Gregorio Klimovsky 1922 -

Las desventuras del conocimiento científico

Una introducción a la epistemología



1a. edición: agosto de 1994
2a. edición: julio de 1995
3a. edición: marzo de 1997



A mis padres,
Liuba Vischñevsky y Felipe Klimovsky

Libro de edición argentina. Impreso en Argentina.

Paraguay 2351 (1121) Buenos Aires, Argentina.
Teléfonos: 961-4036 y líneas rotativas. Fax: 961-0089
I.S.B.N. 950-534-275-6

Índice general

Agradecimientos

Agradecimiento especial a Guillermo Boido

Este libro es el fruto de un seminario o taller (organizado por A•Z editora) en el que intervinieron el historiador de la ciencia y escritor Guillermo Boido, profesor de la Universidad Nacional de La Plata, y quien esto escribe. Durante el segundo cuatrimestre de 1993, en que esa actividad se desarrolló, el autor del presente volumen expuso sus ideas, las que fueron sometidas por Boido a un pormenorizado escrutinio desde el ángulo de la historia de la ciencia, así como también se discutieron con detalle –y se reelaboraron– los aspectos expositivos de nuestro discurso y de nuestras tesis.

Fueron deliciosos momentos para quienes, como nosotros, amamos la ciencia, la filosofía y la cultura. Pero lo más importante –cabe destacarlo– fue compartir esta experiencia con alguien excepcional en sus características de humanidad y generosidad.

Como suele decirse, los errores y defectos de este texto son de la exclusiva responsabilidad del autor. Pero muchas de las cualidades lingüísticas e informativas que el lector encontrará aquí son el resultado de la intervención positiva de Guillermo Boido. Sin duda, la existencia de esta obra no hubiera sido posible sin su esencial colaboración y, por ello, estamos intensamente agradecidos.

Otros agradecimientos

Las ideas que se exponen en este volumen constituyen parte de cursos de Filosofía de la ciencia que el autor desarrolló en la Universidad de Buenos Aires (en la Facultad de Filosofía y Letras, y en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales), en la Universidad Nacional de La Plata, en la Universidad de Belgrano, en la Universidad CAECE (Centro de Altos Estudios en Ciencias Exactas), en el Instituto de Desarrollo Económico y Social (IDES) y en el Instituto Torcuato Di Tella.

La lista de personas a las que debemos recordar y agradecer por haber intervenido de alguna manera en la formación de nuestra concepción del mundo es sin duda muy larga. Pedimos excusas por las omisiones causadas por obvias razones de espacio.

En primer lugar, consignemos que fue Liuba Vischñevsky quien nos señaló con claridad el extraordinario valor e interés de la ciencia y la cultura. Algo semejante debemos decir de León Klimovsky. Recordemos a Antonio Pegoraro, un experto en musicología, en tiflología y en crítica literaria, una de las personalidades más fascinantes que hemos conocido.

Entre nuestros maestros se imponen en primer término las figuras de Julio Rey Pastor, Vicente Fatone y Mischa Cotlar. Es un orgullo para nosotros haber ocupado –hasta hoy– la cátedra de Filosofía de la ciencia que don Julio (por otra parte, el ver-

dadero responsable de la existencia de una auténtica matemática científica argentina) dictó en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires. En una ocasión nos manifestó a varios discípulos su deseo de que alguna vez fuéramos conocidos como "el círculo de Buenos Aires" –por analogía con el Círculo de Viena–. En cierto modo, SADAF (la Sociedad Argentina de Análisis Filosófico) vino a concretar esa esperanza. En cuanto a Vicente Fatone, con quien –y con Rolando García– dictamos en el Colegio Libre de Estudios Superiores uno de los primeros cursos de Lógica y Filosofía de la Ciencia desarrollados en nuestro país, cabe recordar su bonhomía, su penetración, su generosidad y su paciencia. Mischa Cotlar, quien fue nuestro Director en el Instituto de Matemáticas de Mendoza y luego un gran amigo, nos reveló las bellezas de la matemática moderna, pero también las responsabilidades éticas del hombre de ciencia.

Rolando V. García fue el gran compañero de aventuras académicas y universitarias. Nuestros seminarios sobre Russell, Carnap y Reichenbach constituyen aún ahora uno de los recuerdos más importantes de nuestra vida. Thomas Moro Simpson nos permitió asistir a algunos de los más penetrantes análisis acerca de la semántica lógica y de la filosofía del lenguaje, especialmente en relación con Church, Carnap y Tarski. A Eduardo Rabossi debemos nuestro conocimiento del análisis filosófico y también nuestra entrada en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires.

Agradecemos a Mario Bunge el habernos introducido en la filosofía de Karl Popper. Recordamos con complacencia haber asumido la vicepresidencia de ARLYF (Asociación Rioplatense de Filosofía Científica) cuando él era el Presidente; y también la enorme cantidad de informaciones sobre física moderna y su epistemología que nos brindó entonces. Nuestra memoria alcanza también con respeto y cariño a la notable personalidad de Carlos Prélat, de quien tanto aprendimos acerca de la epistemología de la química y de la historia de la ciencia. Heberto Puente también contribuyó a las discusiones epistemológicas en estas áreas.

Nuestro agradecimiento se extiende asimismo a los colegas y amigos del Instituto Gauss. A Jorge Eduardo Bosch, con el que introdujimos en nuestro medio la teoría axiomática de conjuntos. A Jorge Alberto Sabato, con el que tanto discutimos sobre epistemología de la física y de la tecnología. Y también a Antonio Frumento, con el que analizamos problemas de epistemología de la biología.

Nuestra relación con destacados psicoanalistas nos fuerza a recordar y agradecer a notables personalidades. En primer lugar, a Horacio Etchegoyen, del que tanto hemos aprendido sobre la epistemología y la metodología del psicoanálisis. La relación con Eduardo Issaharoff fue muy importante. Grupos de estudio como el constituido por Janine Puget, Elizabeth Tabak, Isabel Siquier, Delia Faigón, Marcelo Bianchedi (y "colados" como los ingenieros Enrique Aisiks y Gregorio Faigón) constituyen aún ahora acontecimientos inolvidables. A Antonio Barrutia, Benzión Winograd, Ernesto Liendo, Susana Du Petit, Samuel Zysman, Aiban Hagelin, Joel Zac y David Liberman debemos valiosas informaciones y reflexiones.

La relación con Alberto Lederman fue importante en conexión con la epistemología de la ciencia de las organizaciones. A Gino Germani debemos nuestra iniciación en la sociología.

Muchas personalidades de primera línea han influido fuertemente en nuestras actividades y conocimientos. Queremos recordar en ese sentido a José Babini, a José Luis Romero, a Risieri Frondizi, a Manuel Sadosky, a Ricardo Musso, a Osvaldo Reig, a Hans Lindemann y a Ernesto Sabato.

Agradecemos muy especialmente a Torcuato Di Tella y a Guido Di Tella por habernos invitado a participar tan estrechamente de las actividades del Instituto Torcuato Di Tella. En forma similar, a Getulio Steinbach y a Oscar Cornblit en relación con el Instituto de Desarrollo Económico y Social. Igual decimos de Avelino Porto, Aldo Jorge Pérez y Nilda V. de Brigante por haber provocado y sostenido nuestra colaboración con la Universidad de Belgrano.

Deseamos recordar también aquí a Genaro Carrió, Antonio Monteiro, Alfredo Lanari, Luis Santaló, Beppo Levi (cuya cátedra en el Profesorado de Matemática de Rosario tuvimos el honor de ocupar), Alberto González Domínguez, Norberto Rodríguez Bustamante, Zenón Lugones, León Dujovne, Gilda Romero Brest, Oscar Dodera Luscher, Eugenio Pucciarelli, Julio H. Olivera, Hilario Fernández Long, Jorge Glusberg, Sergio Leonardo Satanovsky, René Favaloro y Ricardo Pichel (con el cual organizamos un inolvidable seminario de lógica matemática que duró cinco años).

No podemos agradecer suficientemente la colaboración y amistad de nuestros discípulos, entre ellos María Cristina González, Gladys Palau, Ricardo Gaeta, Alberto Moretti, Eduardo Flichman, Alicia Gianella, Diana Maffía, Ana Kunz, Cecilia Hidalgo, Raúl Orayen, María Lores Arnaiz, Antonio Castorina y Félix Schuster.

Un recuerdo y agradecimiento especial a Alberto Coffa. Un abrazo a Carlos Alchourrón, a Juan R. Larreta y a Eugenio Bulygin. Otro para los amigos que adquirimos en la Fundación Bariloche: Oscar Nudler, Raúl Hernández y Carlos Mallmann. También para Mario Marzana, Julio Beltrán Menéndez, Miguel de Asúa y Guido Yagupsky. Y para los esforzados cordobeses Víctor Rodríguez y Horacio Faas.

Nada hubiera sido posible sin el constante apoyo de la esposa e hijo del autor, Tatiana y Sergio Leonardo.

Gregorio Klimovsky
Buenos Aires, marzo de 1994

Prólogo

La significación y el impacto de la ciencia en el mundo moderno ha despertado un interés generalizado por conocer su naturaleza, sus procedimientos, su alcance y sus limitaciones, interés que, creemos, justifica la redacción de un texto destinado a ofrecer un cuadro introductorio de la estructura y de los métodos del pensamiento científico. Por otra parte, ocurre a menudo que se tiene un concepto equivocado con respecto a las características de la ciencia, pues se la identifica exclusivamente con sus resultados y aplicaciones, y se la respeta (si es que se la respeta) de un modo un tanto abstracto en virtud del prestigio que posee la investigación científica en ciertas latitudes. Sin embargo, como trataremos de poner en evidencia en las páginas que siguen, la ciencia es esencialmente una metodología cognoscitiva y una peculiar manera de pensar acerca de la realidad.

Por tratarse de un libro de epistemología, éste es a la vez un texto científico que analiza, como objeto de investigación, a la ciencia misma, y por ello el lector encontrará aquí no sólo una descripción de algunos de los procedimientos que emplean los científicos para acceder al conocimiento sino también diversas controversias entre distintas tendencias epistemológicas actuales que debaten, a veces furiosamente, la naturaleza de la ciencia, de sus métodos y de sus posibilidades. Hemos tratado de redactar nuestro libro sin adoptar de manera excesivamente unilateral ninguna actitud que contemple los intereses particulares de determinado sector o escuela y, a la vez, sin suponer del lector una formación científica o filosófica específica. Esta última afirmación no lo exime, sin embargo, de realizar el esfuerzo necesario para asimilar una temática que, si bien se desarrolla "desde cero", termina por abordar cuestiones de un nivel algo más elevado y que, por consiguiente, exigen una atención más detenida.

Es curioso que la ciencia, pese a sus manifiestos éxitos cognoscitivos y prácticos, haya despertado una actitud de repudio en muchos pensadores e ideólogos actuales, quienes la consideran fuente de amenazas para el bienestar material y espiritual de la sociedad o niegan que su prestigio tenga fundamento alguno. Adelantamos desde ya que no compartimos esta opinión. Por ello y pese a que en este libro se expondrán distintos puntos de vista al respecto, quedará manifiesto que el autor simpatiza con aquellas tendencias que, si bien desde ópticas a veces francamente encontradas, admiten que la ciencia es una aventura cognoscitiva meritoria, cuyas características conviene explorar y analizar. Creemos que la ciencia tiene un perfil menos ambiguo de lo que ciertos autores de moda quisieran hacernos creer, y por ello nos parece pertinente exponerlo a la consideración de los lectores, delegando a la vez en sus declarados opositores la tarea de probar lo contrario.

Nuestro texto asigna una particular importancia al análisis del método científico, entendido éste como la reunión de una gran cantidad de tácticas y estrategias empleadas por los investigadores para llevar a cabo su actividad. Sin embargo, aunque

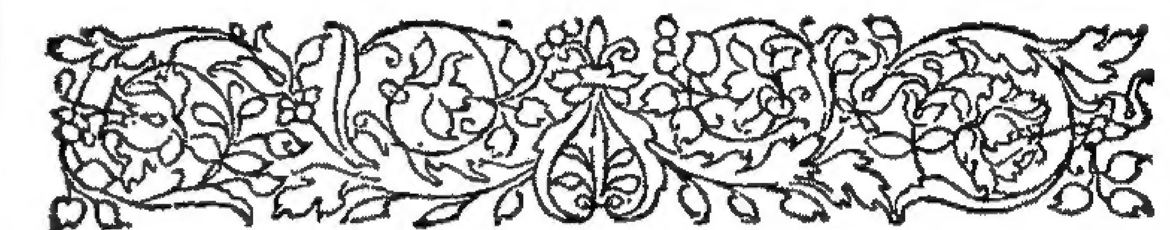
la lógica, la matemática y quizá las ciencias sociales utilicen metodologías un tanto *sui generis*, las ciencias de la naturaleza suelen recurrir a una estrategia *standard*, el método hipotético deductivo, en el que parece radicar, pese a las acerbas críticas que le han dirigido ciertos epistemólogos contemporáneos, el éxito de disciplinas tales como la física, la química y la biología a partir del siglo XVII. De allí que la primera parte de este libro, destinada a exponer las características y peculiaridades de tal método (y a la vez ejemplos de su utilización en la práctica científica), presente una arquitectura más sistemática, orgánica e incluso accesible que la segunda, en la cual abordamos temas epistemológicos más específicos. Se vinculan éstos a tácticas de naturaleza singular (la explicación científica, el problema de la reducción, el método axiomático de la matemática, la validez del método hipotético deductivo en ciencias sociales y en psicoanálisis, la cuestión de los términos teóricos) como así también aspectos de la polémica epistemológica desencadenada a mediados del presente siglo por autores como Kuhn, Lakatos y Feyerabend, a lo cual agregamos también algunas someras reflexiones sobre las epistemologías de Bachelard, Althusser y Piaget. Semejante espectro de temas, cuyo tratamiento sistemático exigiría la redacción de un libro mucho más extenso, nos obliga a presentarlos de un modo un tanto informativo y disperso. Debemos además advertir al lector, especialmente en relación con esta segunda parte, que ciertos tópicos que allí se tratan, tales como los vinculados con procedimientos inductivo-probabilísticos y la cuestión del realismo científico, tienen una naturaleza algo intrincada, que exigirán de él una dedicación y un esfuerzo adicionales.

Con cierta nostalgia, y en virtud de la limitada extensión que nos impusimos al redactar este libro, hemos debido eliminar la consideración de temas epistemológicos que, de hecho, tienen particular trascendencia. Entre tales ilustres ignorados se cuentan las cuestiones vinculadas con la fundamentación de la matemática, de la lógica (en particular los problemas de la definición y de la construcción de los conceptos, cruciales para la metodología científica), de la psicología, del psicoanálisis y de las ciencias sociales. Asimismo nos hemos visto obligados a excluir el tratamiento de la obra de importantes epistemólogos, mientras que a la de otros sólo hemos podido destinarle una somera reflexión (tal el caso de Piaget). Tal deuda para con tópicos y contribuciones será saldada quizás, en el futuro, con la publicación de un segundo volumen.

Se comprende que en modo alguno, debido a la naturaleza introductoria de este libro, pretendemos haber agotado el tratamiento de los problemas epistemológicos que se discuten en la actualidad, para cada uno de los cuales existe un universo de literatura especializada muy extenso y complejo. El lector que se sienta atraído por ellos tendrá que acudir a textos más específicos, centrados en determinadas temáticas, para lo cual ofrecemos al final del libro la orientación de una bibliografía seleccionada. Que recurra a ella y se interne en análisis más sutiles y elaborados de las desventuras del conocimiento científico constituiría, para nosotros, motivo de la mayor satisfacción.

El método científico

1 El concepto de ciencia



ἈΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ ἈΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΕΡΩΝ ΠΡΩΤΟΝ.

ΠΕΡῚ ΤΩ͂Ν ΤΡΙΩ͂Ν ΣΧΗΜΆΤΩΝ.

ΠΡΩΤΟΝ εἰπεῖν περὶ τί καὶ τίνος ἡ σκέψις ἐστὶν, ὅτι περὶ ἀπόδειξιν, καὶ ἐπιστήμης ἀποδεικτικῆς· εἶτα διορίσαι, τί ἐστι πρότασις, καὶ τί ὅρος, καὶ τί συλλογισμός, καὶ ποῖος τέλειος, καὶ ποῖος ἀτελής· μετὰ δὲ ταῦτα, τί τὸ ἐν ὅλῳ εἶναι, ἢ μὴ εἶναι τόδε τῷδε, καὶ τί λέγομεν τὸ κατὰ παντὸς ἢ μηδενὸς κατηγορεῖσθαι. Πρότασις μὲν οὖν ἐστὶ λόγος καταφατικὸς ἢ ἀποφατικός, τινὸς κατά τινος· οὗτος δὲ ἢ καθόλου, ἢ ἐν μέρει, ἢ ἀδιόριστος. λέγω δὲ καθόλου μὲν, τὸ παντὶ ἢ μηδενὶ ὑπάρχειν· ἐν μέρει δὲ, τὸ τινὶ ἢ μὴ τινὶ ἢ μὴ παντὶ ὑπάρχειν· ἀδιόριστον δὲ, τὸ ὑπάρχειν ἢ μὴ ὑπάρχειν, ἄνευ τοῦ καθόλου ἢ κατὰ μέρος· οἷον τὸ τῶν ἐναντίων εἶναι τὴν αὐτὴν ἐπιστήμην, ἢ τὸ τὴν ἡδονὴν μὴ εἶναι ἀγαθόν. διαφέρει δὲ ἡ ἀποδεικτικὴ πρότασις τῆς διαλεκτικῆς, ὅτι ἡ μὲν ἀποδεικτικὴ, λῆψις θατέρου μορίου τῆς ἀντιφάσεώς ἐστιν· οὐ γὰρ ἐρωτᾷ, ἀλλὰ λαμβάνει ὁ ἀποδεικνύων· ἡ δὲ διαλεκτικὴ, ἐρώτησις τῆς ἀντιφάσεώς ἐστιν. οὐδὲν δὲ διοίσει πρὸς τὸ γενέσθαι τὸν ἑκατέρου συλλογισμόν· καὶ γὰρ ὁ ἀποδεικνύων καὶ ὁ ἐρωτῶν, συλλογίζεται, λαβών τι κατά τινος ὑπάρχειν ἢ μὴ ὑπάρχειν. ὥστε ἔσται συλλογιστικὴ μὲν πρότασις, ἁπλῶς κατάφασις ἢ ἀπόφασίς τινος κατά τινος, κατὰ τὸν εἰρημένον τρόπον· ἀποδεικτικὴ δὲ, ἐὰν ἀληθὴς ᾖ, καὶ διὰ τῶν ἐξ ἀρχῆς ὑποθέσεων εἰλημμένη· δια-

Aristóteles (384-322 a.C) fue el iniciador de muchas de las reflexiones epistemológicas y metodológicas que el lector hallará en este libro. Página de la primera edición griega de su obra (1495-1498), publicada en Venecia.

Ciencia, conocimiento y método científico

Es indudable el importante papel que desempeña la ciencia en la sociedad contemporánea, no sólo en lo que respecta a sus aplicaciones tecnológicas sino también por el cambio conceptual que ha inducido en nuestra comprensión del universo y de las comunidades humanas. La tarea de comprender qué es la ciencia importa porque a la vez es comprender nuestra época, nuestro destino y, en cierto modo, comprendernos a nosotros mismos. Desde un punto de vista estrecho, que deja de lado la actividad de los hombres de ciencia y los medios de producción del conocimiento científico, podemos decir que la ciencia es fundamentalmente un acopio de conocimiento, que utilizamos para comprender el mundo y modificarlo.

Tratemos entonces de poner en claro qué entendemos por conocimiento. Cuando se formula una afirmación y se piensa que ella expresa conocimiento, ¿qué condiciones debe cumplir? Según lo expone Platón en su diálogo *Teetetos*, tres son los requisitos que se le deben exigir para que se pueda hablar de conocimiento: creencia, verdad y prueba*. En primer lugar, quien formula la afirmación debe creer en ella. Segundo, el conocimiento expresado debe ser verdadero. Tercero, deberá haber pruebas de este conocimiento. Si no hay creencia, aunque por casualidad haya verdad y exista la prueba, pero ésta no se halle en poder de quien formula la afirmación, no podremos hablar de conocimiento. Tampoco podremos hacerlo si no hay verdad, porque no asociamos el conocimiento a sostener lo que no corresponde a la realidad o a los estados de cosas en estudio. Y aunque hubiese creencia y verdad, mientras no exista la prueba se estará en estado de *opinión* mas no de conocimiento. Claro que, en esta concepción platónica, el establecimiento de la prueba ya impone la satisfaccion de la segunda condición, la verdad del presunto conocimiento, de lo cual resulta que las tres condiciones no son enteramente independientes.

En la actualidad, como hemos de analizar a lo largo de este libro, ninguno de los tres requisitos se considera apropiado para definir el conocimiento científico. La concepción moderna de éste es más modesta y menos tajante que la platónica, y el término "prueba" se utiliza para designar elementos de juicio destinados a garantizar que una hipótesis o una teoría científicas son adecuadas o satisfactorias de acuerdo con ciertos criterios que discutiremos más adelante. Ya no exigimos del conocimiento una dependencia estricta entre prueba y verdad. Sería posible que hubiésemos "probado suficientemente" una teoría científica sin haber establecido su verdad de manera concluyente, y por tanto no debe extrañar que una teoría aceptada en cierto momento histórico sea desechada más adelante. En el mismo sentido debemos señalar que hoy en día la noción de prueba no está indisolublemente ligada al tipo de convicción o adhesión llamada "creencia". En 1900, el físico alemán Max Planck formuló una hipótesis revolucionaria para el desarrollo siguiente de la teoría cuántica, pero dejó claramente sentado que no "creía" en ella y la consideraba provisional, a la espera de que otros investigadores hallasen una solución más satisfactoria al problema en estudio. (Lo cual, dicho sea de paso, no aconteció, y Planck acabó por recibir el premio

* En realidad, Platón propone esas exigencias como tentativa para caracterizar el "conocimiento", pero no se muestra convencido de haberlo logrado.

Nobel por la trascendencia de su trabajo.) Por otra parte, muchos físicos actuales emplean la teoría llamada mecánica cuántica por su eficacia explicativa y predictiva, pero la entienden a la manera de un instrumento de cálculo y no creen que ella ofrezca conocimiento alguno de la realidad. Cabe señalar, finalmente, que las hipótesis y teorías científicas se formulan en principio de modo tentativo, por lo cual la indagación en búsqueda de pruebas no supone una creencia intrínseca en aquéllas.

Sin embargo, la caracterización platónica será para nosotros un buen punto de partida, aunque provisional, para indicar de qué se habla cuando se alude al conocimiento. Supondremos por el momento que si un científico pretende ofrecer conocimiento, se refiere a algo creído, acertado y probado. Además, puesto que no todo conocimiento es conocimiento científico, un problema que tendremos que encarar más adelante es en qué consiste la característica esencial que permite distinguir al conocimiento científico de otros tipos de conocimiento, por ejemplo al que aludimos en nuestra vida cotidiana cuando hablamos de conocer el camino a casa o el estado del tiempo.

Según algunos epistemólogos, lo que resulta característico del conocimiento que brinda la ciencia es el llamado *método científico*, un procedimiento que permite obtenerlo y también, a la vez, justificarlo. Pero cabe una digresión. ¿Tenemos derecho a hablar de *un* método científico? El famoso historiador de la ciencia y educador James B. Conant, de la Universidad de Harvard, se burlaba de quienes suponen que existe algo semejante a *el* método científico y, en principio, parece tener razón. Pues entre los métodos que utiliza el científico se pueden señalar métodos definitorios, métodos clasificatorios, métodos estadísticos, métodos hipotético deductivos, procedimientos de medición y muchos otros, por lo cual hablar de *el* método científico es referirse en realidad a un vasto conjunto de tácticas empleadas para constituir el conocimiento. Tal vez este conjunto de tácticas se modifique con la historia de la ciencia, ya que con las nuevas teorías e instrumentos materiales y conceptuales que se incorporan con el correr del tiempo se alteran no sólo los métodos sino también la noción misma de ciencia. Sin embargo, entre tantas tácticas existen algunas estrategias fundamentales. Por ejemplo, si excluimos las ciencias formales como la matemática y en cierto modo también las ciencias sociales, y nos referimos exclusivamente a las ciencias naturales como la física, la química y la biología, resulta claro que el método hipotético deductivo y la estadística son esenciales para la investigación en estos ámbitos. Aquí hablar de método científico sería referirse a métodos para inferir estadísticamente, construir hipótesis y ponerlas a prueba. Si es así, el conocimiento científico podría caracterizarse como aquel que se obtiene siguiendo los procedimientos que describen estas estrategias básicas.

Disciplinas y teorías científicas

Cuando se habla de ciencia, por otra parte, conviene hacer ciertas distinciones. Para iniciar y llevar adelante una discusión es necesario adoptar determinada unidad de análisis (entre las que se destacará la noción de *teoría*) y por ello debemos preguntarnos qué alternativas se nos ofrecen en este sentido. Conviene pensar en la ciencia en estrecha vinculación con el método y con los resultados que se obtienen a partir de él, sin necesidad de entrar por el momento en polémicas acerca de la naturaleza de éste. Ello permite distinguir a la ciencia de la filosofía, el arte y otros campos de la cultura humana. Sin embargo, hay una unidad de análisis más tradicional, la disciplina científica, que pone el énfasis en los objetos en estudio y a partir de la cual podríamos hablar de ciencias particulares: la física, la química, la sociología. Aristóteles, por ejemplo, habla de disciplinas demostrativas (las que usan el método demostrativo, que luego comentaremos) y caracteriza cada una de ellas según el género de objetos que se propone investigar. La física, por ejemplo, debería ser caracterizada indicando de qué objetos se ocupa, lo cual no es del todo fácil. Tentativamente podríamos afirmar que se trata de cuerpos o entidades que se hallan en el espacio y el tiempo reales. La geometría se ocuparía de figuras, la biología de seres vivos y la psicología de cuerpos que manifiestan conducta o psiquismo.

Pero hay buenas razones para creer que este enfoque disciplinar no es realista ni conveniente. Los objetos de estudio de una disciplina cambian a medida que lo hacen las teorías científicas; ciertos puntos de vista son abandonados o bien, en otro momento de la historia de la ciencia, pueden ser readmitidos. No es lo mismo hablar de la óptica en un sentido tradicional, es decir, como una disciplina que estudia la luz, que hablar de una teoría ondulatoria que unifica en una sola disciplina lo que fueron dos: la óptica y el electromagnetismo. Por ello en lugar de pensar en disciplinas preferimos pensar en problemas básicos que orientan distintas líneas de investigación. Lo cual nos lleva a considerar una nueva unidad de análisis, la teoría científica.

Una teoría científica, en principio, es un conjunto de conjeturas, simples o complejas, acerca del modo en que se comporta algún sector de la realidad. Las teorías no se construyen por capricho, sino para explicar aquello que nos intriga, para resolver algún problema o para responder preguntas acerca de la naturaleza o la sociedad. En ciencia, problemas y teorías van de la mano. Por todo ello la teoría es la unidad de análisis fundamental del pensamiento científico contemporáneo. Gran parte de este libro estará destinado a aclarar esta noción, establecer sus propiedades, aclarar las estrategias que involucran su empleo en la práctica científica y en materia tecnológica.

Lenguaje y verdad

Al comienzo de esta introducción, y a propósito del conocimiento, hemos dicho que éste se expresa por medio de afirmaciones, con lo cual tomamos partido en favor de una aproximación lingüística a la cuestión. No es la única. En su análisis de la ciencia, ciertos filósofos ponen el énfasis en lo que conciben como un determinado modo de pensamiento, especialmente privilegiado: el pensamiento científico. Pero el pensamiento es privativo de quien lo crea, y sólo se transforma en propiedad social si se lo comunica a través del lenguaje. Sin textos, artículos, *papers* o clases la ciencia no sería posible. El lector no se sorprenderá por tanto de que en este libro adoptemos un enfoque lingüístico del fenómeno científico, sobre todo en relación con el examen de sus productos, por cuanto socialmente la ciencia como cuerpo de cono-

cimientos se ofrece bajo la forma de sistemas de afirmaciones. Ello se corresponde con una tendencia característica de este momento de la historia de la cultura, como es la de privilegiar el papel del lenguaje en el análisis del arte, de las sociedades o del hombre, y también en los campos de la lógica, la matemática o la teoría del conocimiento. Por tanto cuando tratemos acerca de conjeturas o teorías científicas debemos entenderlas como propuestas, creencias u opiniones previamente expresadas por medio del lenguaje.

Cuando nos referíamos a la concepción platónica del conocimiento empleamos la palabra "verdad". En ciencia la verdad y la falsedad se aplican a las afirmaciones o enunciados, y no, por ejemplo, a los términos. Tiene sentido decir que "El cielo es azul" es verdadero o falso, mas no lo tiene decir que *cielo* o *azul* lo sean. Platón exigía, como ya señalamos, que para que un enunciado exprese conocimiento debe ser verdadero. Intuitivamente esta pretensión parece razonable, ya que nadie admitiría que se pueda ofrecer conocimiento a través de afirmaciones falsas. Pero la cuestión es mucho más difícil de lo que aparenta. Como veremos más adelante, una teoría científica puede expresar conocimiento y su verdad no estar suficientemente probada. Dado que el problema radica en la esquiva significación de la palabra "verdad", tendremos que aclarar en qué sentido la utilizaremos. No hay obligación, legal o moral, de emplear la palabra de uno u otro modo. Para la significación de las palabras hay usos impuestos, generalmente más de uno, pero no hay razón para adherir a la tesis esencialista (y autoritaria) según la cual cada palabra tiene un significado privilegiado y auténtico en tanto que los demás son espurios.

En el lenguaje ordinario la palabra "verdad" se emplea con sentidos diversos. Por un lado parece indicar un tipo de correspondencia o isomorfismo entre nuestras creencias y lo que ocurre en la realidad. Dicho con mayor precisión: entre la estructura que atribuimos a la realidad en nuestro pensamiento y la que realmente existe en el universo. Pero a veces parece estar estrechamente ligada a la idea de conocimiento, lo cual podría transformar la definición platónica en una tautología: decimos, en medio de una discusión, "esto es verdad" o "esto es verdadero" para significar que algo está probado. En otras ocasiones, curiosamente, "verdad" se utiliza no en relación a la prueba sino a la creencia. Decimos: "Ésta es tu verdad, pero no la mía", con lo cual estamos cotejando nuestras opiniones con las del interlocutor.

La primera acepción es en principio la que resulta de mayor utilidad. Proviene de Aristóteles, quien la presenta en su libro *Metafísica*, y por ello se la llama "concepto aristotélico de verdad". Se funda en el vínculo que existe entre nuestro pensamiento, expresado a través del lenguaje, y lo que ocurre fuera del lenguaje, en la realidad. Aristóteles se refiere a esta relación como "adecuación" o "correspondencia" entre pensamiento y realidad. De allí que a la noción aristotélica se la denomine también "concepción semántica" de la verdad, pues la semántica, como es sabido, se ocupa de las relaciones del lenguaje con la realidad, que está más allá del lenguaje. La acepción aristotélica nos resultará muy conveniente para comprender qué es lo que hay detrás de ciertas formulaciones del método científico y en particular del llamado método hipotético deductivo. Sin embargo, no todos los filósofos, epistemólogos o científicos estarían de acuerdo en utilizar la palabra "verdad" con la significación aristotélica. En el ámbito de las ciencias formales, como la matemática,

hay un cuarto y muy importante sentido de la palabra "verdad": decir, por ejemplo, que una proposición matemática es verdadera significa decir que es deductible a partir de ciertos enunciados de partida, fijados arbitrariamente por razones que luego examinaremos.

En lo que sigue centraremos nuestra discusión en el papel de la ciencia entendida como conocimiento de *hechos*, y en tal sentido la matemática, aunque también será analizada, al igual que la lógica, será considerada como una herramienta colateral que sirve a los propósito de las ciencias *fácticas*, cuyo objetivo es, precisamente, el conocimiento de los hechos. Sin embargo, ésta es una palabra que se emplea con muchos significados, y será necesario aclarar cuál de ellos adoptaremos nosotros. Diremos que un hecho es la manera en que las cosas o entidades se configuran en la realidad, en instantes y lugares determinados. Será un hecho, por tanto, el que un objeto tenga un color o una forma dadas, que dos o tres objetos posean determinado vínculo entre sí o que exista una regularidad en acontecimientos de cierta naturaleza. En los dos primeros casos hablaremos de hechos singulares, pero al tercero lo consideraremos un hecho general. Cuando una afirmación que se refiere a la realidad resulta verdadera, es porque describe un posible estado de cosas que es en efecto un hecho. No utilizaremos la palabra "hecho", por tanto, para la matemática, la lógica y las ciencias formales en general. De acuerdo con esta manera de entender la palabra, una ciencia fáctica estudia hechos, y por ende son ciencias fácticas tanto la física o la biología como la psicología, la sociología o la economía, porque éstas pretenden dar cuenta de hechos que se manifiestan, en cada caso, en un determinado sector de la realidad. Esto no impide que se puedan distinguir entre sí distintas ciencias fácticas por diferencias metodológicas o procedimientos particulares para detectar y caracterizar los hechos. Es posible sostener el punto de vista (que el autor no comparte) de que el conocimiento de los hechos sociales es de naturaleza muy distinta al de los hechos físicos o biológicos, pero ello no quita a la sociología o a la economía su carácter de ciencias fácticas. La denominación "ciencias del hombre" alude a que se trata de disciplinas que tratan problemas diferentes de los que abordan las ciencias naturales, pero, en cuanto a los problemas metodológicos que presentan, también interviene la cuestión de si el ser humano o su comportamiento social son objetos susceptibles de observación y experimentación.

En el ámbito de las ciencias fácticas, el concepto aristotélico de verdad parece indispensable. De manera no rigurosa podemos presentarlo de este modo: se supone que, por las reglas gramaticales, semánticas y lógicas del lenguaje, quien realiza el acto pragmático de afirmar un enunciado pretende describir un posible estado de cosas y al mismo tiempo persuadirnos de que ello es lo que acontece en la realidad. Si dicho estado de cosas realmente acaece, si la descripción coincide con lo que sucede en la realidad, diremos que el enunciado es verdadero. La afirmación "En el tejado hay un gato" es verdadera si, y sólo si, en el tejado hay un gato. Más adelante aclararemos con mayor rigor el uso de términos tales como proposición, enunciado o afirmación, pero por el momento los asimilaremos a lo que los gramáticos llaman oraciones declarativas, utilizadas precisamente con el propósito de comunicar que las cosas tienen ciertas cualidades, guardan entre sí ciertas relaciones o presentan ciertas configuraciones. Es interesante señalar que estas ideas de Aristóteles han

sido rescatadas en nuestro siglo por el lógico polaco-norteamericano Alfred Tarski, quien logró establecer una definición formal y rigurosa de lo que el filósofo griego había introducido de una manera un tanto vaga. Pero la presentación de Tarski, aunque novedosa y precisa, no es más que una reelaboración de la concepción semántica de Aristóteles, según la cual la verdad consiste en una relación positiva e íntima entre lenguaje y realidad.

La noción aristotélica de verdad no tiene ingrediente alguno vinculado con el conocimiento. Una afirmación puede ser verdadera sin que nosotros lo sepamos, es decir, sin que tengamos evidencia de que hay correspondencia entre lo que describe la afirmación y lo que realmente ocurre. También podría ser falsa, y nosotros no saberlo. "Hay otros planetas habitados en el universo" es un enunciado o bien verdadero o bien falso, pero en el estado actual de nuestro conocimiento no podemos decidir acerca de su verdad o falsedad. Esta aclaración importa pues en el lenguaje ordinario hay cierta inclinación a suponer que si hay verdad hay también conocimiento y prueba, lo cual podría generar graves malentendidos. Por ejemplo, no nos permitiría comprender correctamente la fundamental noción de afirmación hipotética o hipótesis. Como veremos luego, quien formula una hipótesis no sabe si lo que ella describe se corresponde o no con los hechos. La hipótesis es una conjetura, una afirmación cuyo carácter hipotético radica en que se la propone sin conocimiento previo de su verdad o falsedad. Uno de los problemas que plantea la investigación científica es el de decidir con qué procedimientos, si es que los hay, podemos establecer la verdad o la falsedad de una hipótesis. Y conviene aquí recalcar que, desde el punto de vista del avance del conocimiento científico, puede ser tan importante establecer una verdad como una falsedad, es decir, la ausencia de correspondencia entre lo que se describe y lo que realmente acontece. En la historia de la ciencia hay muchos ejemplos de hipótesis falsas que sobrevivieron durante largo tiempo hasta que se logró probar su falsedad. Son casos ilustres las que afirman la inmovilidad de la Tierra y el fijismo de las especies.

En síntesis: es necesario discriminar entre la verdad y el conocimiento de la verdad, entre la falsedad y el conocimiento de la falsedad. La operación de establecer si una afirmación es verdadera o falsa pertenece al ámbito del conocimiento y es posterior a la comprensión del significado atribuido a los términos "verdad" y "falsedad". Quien toma una fotografía no sabe de inmediato si se corresponde o no con el objeto fotografiado, es decir, si es nítida o está distorsionada. Lo sabrá luego de que sea revelada. Pero la fotografía ya será nítida o distorsionada antes de que el fotógrafo conozca el resultado de esa operación y pueda asegurar que ha tomado una buena o una mala fotografía.

Verificación y refutación

La palabra "verdad" utilizada a la manera aristotélica no debe suponer entonces cuestiones relativas al conocimiento. Pero ya hemos dicho que hay un uso cotidiano según el cual "verdadero" sería equivalente a "conocido como verdadero" o "probado

que las cosas son tal como se afirma". Para evitar el riesgo de malentendidos tendremos que recurrir a palabras más adecuadas para señalar que se ha probado la verdad o la falsedad de un enunciado. Son *verificado* y *refutado*. Un enunciado verificado es aquel cuya verdad ha sido probada. Si queremos decir que se ha establecido su falsedad diremos que el enunciado está refutado. Algunos traductores han impuesto los neologismos *falsado* e incluso *falsificado*, pero no es necesario recurrir a ellos, pues las palabras castellanas "refutar" y "refutado" son suficientemente explícitas. Lo importante es advertir que los términos "verificado" y "refutado" se refieren a nuestro *conocimiento* de la verdad o falsedad de una afirmación. Si una afirmación está verificada, entonces necesariamente es verdadera, aunque otra afirmación puede ser verdadera sin estar verificada. Asimismo, una afirmación refutada necesariamente es falsa, pero otra puede ser falsa sin que haya sido refutada.

Hablar de verificación o refutación de un enunciado les resulta un tanto excesivo a ciertos autores, y por ello prefieren emplear otras palabras que reflejan, a su entender, una actitud más prudente con relación a nuestro conocimiento de la verdad o la falsedad. Los partidarios de la lógica inductiva y los estadísticos, de quienes hablaremos luego, suelen emplear la palabra *confirmación*. Hablan de afirmaciones, creencias, hipótesis o teorías confirmadas. Generalmente, lo que se quiere decir con esto es que podemos depositar en ellas un elevado grado de confianza (por ejemplo, debido a que, luego de ser sometidas a ciertos procedimientos inductivos o estadísticos, evidencian una alta probabilidad). En caso contrario se hablará de *disconfirmación*. Pero algunos epistemólogos, entre ellos Karl Popper, no tienen mucha simpatía por el inductivismo y los métodos estadísticos, y entonces utilizan otra palabra, "corroboración", para indicar que una creencia o una teoría han resistido con éxito determinados intentos de derribarlas y por consiguiente "han mostrado su temple". La corroboración no supone asignar probabilidades a la creencia o la teoría, ni depositar en ellas tales o cuales grados de confianza, sino tan sólo haber fracasado al tratar de descartarlas. Como veremos luego en detalle, la palabra se adecua a la concepción del método hipotético deductivo que ha propuesto Popper. Por el momento, basta con señalar que el término "corroboración" tiene un sentido mucho más débil que "confirmación". Sería además necesario disponer de otra palabra cuyo sentido fuese opuesto al de corroboración, tal como "discorroboración", pero afortunadamente no existe y el autor promete que no utilizará palabra alguna con el significado mencionado.

Filosofía de la ciencia, epistemología, metodología

A propósito de nomenclaturas, corresponde aclarar el significado de la palabra *epistemología*. Muchos autores franceses e ingleses la utilizan para designar lo que en nuestro medio se llama "teoría del conocimiento" o "gnoseología", es decir, un sector de la filosofía que examina el problema del conocimiento en general: el ordinario, el filosófico, el científico, etc. Pero en este libro el término "epistemología" será empleado en un sentido más restringido, referido exclusivamente a los problemas

·l conocimiento científico, tales como las circunstancias históricas, psicológicas y ›ciológicas que llevan a su obtención, y los criterios con los cuales se lo justifica invalida. La epistemología sería, entonces, el estudio de las condiciones de producón y de validación del conocimiento científico.

El epistemólogo se formula una pregunta de crucial importancia para comprenɜr y analizar la significación cultural de la ciencia en la actualidad: por qué debe.os creer en aquello que afirman los científicos. No acepta sin crítica el conocimien› científico sino que lo examina del modo más objetivo posible: para él es igualıente de interés una teoría nueva, contemporánea, que las teorías tradicionales que ı su momento tuvieron gran prestancia (como la mecánica newtoniana). Al igual ue un filósofo, frente a cualquier teoría y con independencia de que esté apoyada ɔr la tradición o sea muy reciente, se preguntará por su aparición como fenómeno istórico, social o psicológico, por qué hay que considerarla como *buena* o *mala*, o ɹáles son los criterios para decidir si una teoría es mejor o peor que otra. La epis›mología es por ello una actividad crítica que se dirige hacia todo el campo de la iencia. La orientación que le hemos dado a este libro es, precisamente, la de una iscusión fundamentalmente epistemológica.

Estrechamente vinculada a la epistemología se halla la *filosofía de la ciencia*, que lgunos autores identifican con aquélla. Sin embargo, no es conveniente hacerlo así, orque la filosofía de la ciencia, como la filosofía en general, abarca muchos probleıas que no son estrictamente epistemológicos. Un problema filosófico sería, por jemplo, tratar de decidir si la realidad objetiva existe o es una ilusión de los sentios; en este ámbito, el filósofo de la ciencia puede interesarse por la cuestión de si ı física, por ejemplo, presupone una metafísica peculiar que afirme la existencia de na realidad externa a la subjetiva. Pero éste no es un problema central para la episɜmología. Se puede sostener que los criterios de validación de una teoría no son ıecesariamente dependientes de criterios metafísicos. Es asunto de controversia. Iay quienes admiten que los cánones del método hipotético deductivo son totalmene independientes de las opiniones que se sustenten acerca de la realidad objetiva o le las sustancias primarias que constituyen el universo. Para otros no es así. Los ›resupuestos filosóficos que existen en la ciencia influirían de un modo esencial en a adopción de éste o aquel criterio epistemológico. De manera que el término "filoɔofía de la ciencia" es más amplio que el término "epistemología", y ésta sería tal ɹez una disciplina independiente de aquélla, si bien las conexiones entre ambas y as presuposiciones epistemológicas constituyen de por sí asunto del mayor interés ilosófico. En éste texto no evitaremos en algunas ocasiones mencionar algunas de :ales cuestiones filosóficas, pero al solo efecto de exponer los criterios epistemológicos utilizados para juzgar a favor o en contra de las teorías científicas.

Una tercera palabra que suele compartir un mismo discurso con el término "epistemología" es "metodología". En general, y a diferencia de lo que sucede con el epistemólogo, el metodólogo no pone en tela de juicio el conocimiento ya obtenido y aceptado por la comunidad científica. Su problema es la búsqueda de estrategias para incrementar el conocimiento. Por ejemplo, está fuera de discusión para el metodólogo la importancia de la estadística, pues ésta constituye un camino posible para obtener, a partir de datos y muestras, nuevas hipótesis. En cambio el epistemó-

logo podría formularse, a modo de problema, la pregunta por el pretendido valor atribuido a los datos y muestras.

El uso de la palabra "metodología" para referirse al abordaje de problemas epistemológicos es sin embargo frecuente. En su famoso libro *La lógica de la investigación científica*, cuya primera edición data de 1935, Popper se ocupa esencialmente de cuestiones vinculadas con la justificación de las teorías científicas y muy poco de los modos de hacer progresar el conocimiento, por lo cual debería ser considerado autor de un tratado de epistemología. Pese a ello ciertos lectores, tales como el recordado filósofo argentino Vicente Fatone, lo conciben como un libro cuya temática es metodológica. En la acepción que adoptaremos, epistemología y metodología abordan distintos ámbitos de problemas, aunque es obvio que el metodólogo debe utilizar recursos epistemológicos pues, si su interés radica en la obtención de nuevos conocimientos, debe poseer criterios para evaluar si lo obtenido es genuino o no lo es, ya que no podría ser adepto a una táctica que lo llevara a tener por válido un "conocimiento equivocado". La metodología, en cierto modo, es posterior a la epistemología. Sin embargo, y tal como sucede con la relación entre ciencia y tecnología, a veces un procedimiento metodológico se descubre casualmente, se emplea por razones de heurística y entonces el epistemólogo se ve en la necesidad de justificarlo en términos de su propio ámbito de estudio.

Contextos

Aludiremos finalmente a una importante distinción, muy puesta en tela de juicio en la actualidad, acerca de los diferentes sectores y temáticas en los que transcurren la discusión y el análisis de carácter epistemológico. Hans Reichenbach, en su libro *Experiencia y predicción*, discrimina entre lo que llama *contexto de descubrimiento* y *contexto de justificación*. En el contexto de descubrimiento importa la producción de una hipótesis o de una teoría, el hallazgo y la formulación de una idea, la invención de un concepto, todo ello relacionado con circunstancias personales, psicológicas, sociológicas, políticas y hasta económicas o tecnológicas que pudiesen haber gravitado en la gestación del descubrimiento o influido en su aparición. A ello se opondría por contraste el contexto de justificación, que aborda cuestiones de validación: cómo saber si el descubrimiento realizado es auténtico o no, si la creencia es verdadera o falsa, si una teoría es justificable, si las evidencias apoyan nuestras afirmaciones o si realmente se ha incrementado el conocimiento disponible.

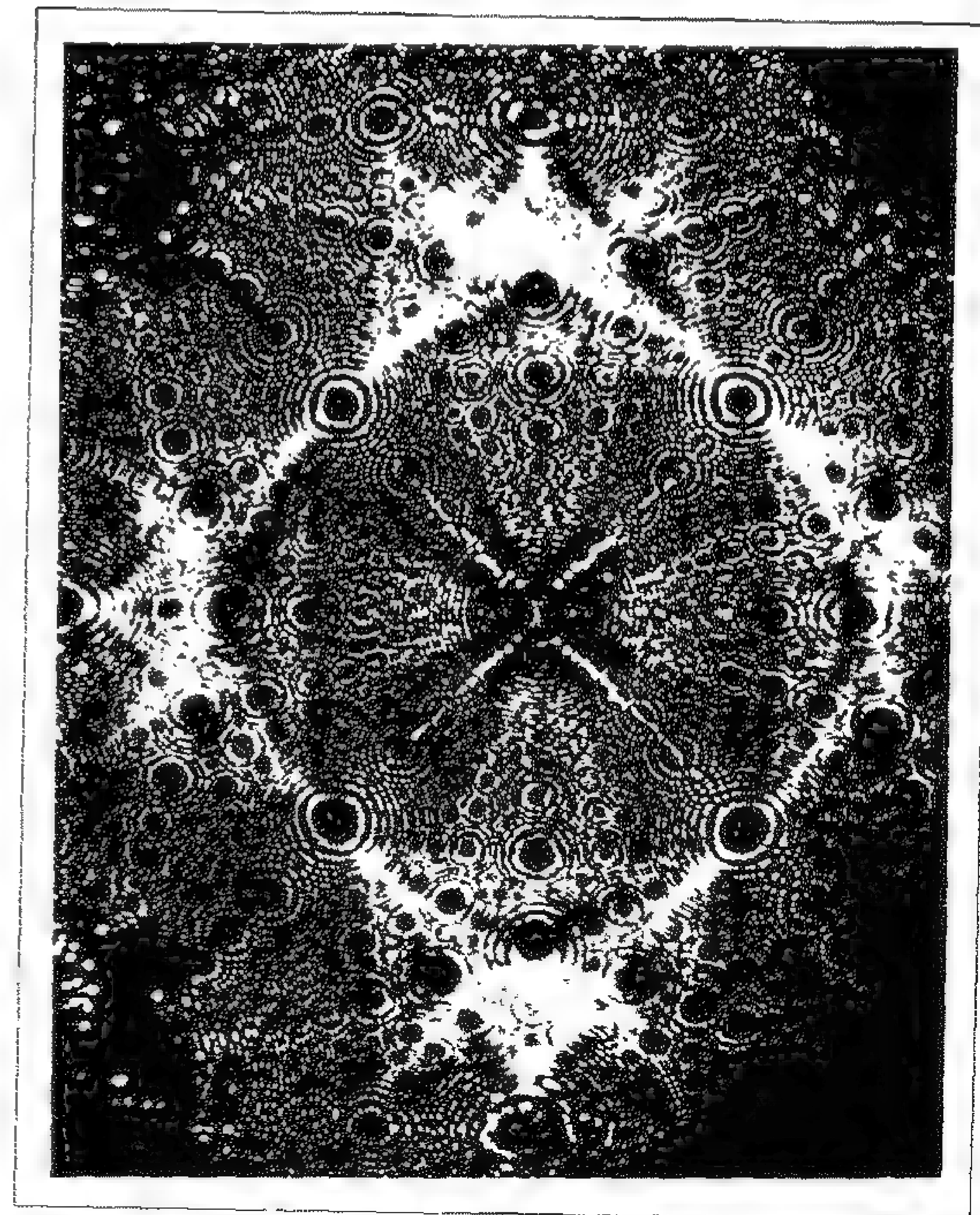
En primera instancia ambos contextos parecen referirse a problemas independientes y Reichenbach aboga para que no se los confunda. El contexto de descubrimiento estaría relacionado con el campo de la psicología y de la sociología, en tanto que el de justificación se vincularía con la teoría del conocimiento y en particular con la lógica. Sin embargo, en la actualidad son muchos los filósofos de la ciencia que afirman que la frontera entre los dos contextos no es nítida ni legítima, pues habría estrechas conexiones entre el problema de la justificación de una teoría (y de sus cualidades lógicas) y la manera en que se la ha construido en la oportunidad en que ella surgió. En particular, tal es la opinión de Thomas Kuhn. Si bien este epis-

ólogo reconoce que la distinción aún podría ser útil, convenientemente reformu-., a su entender los criterios de aceptación de una teoría deben basarse en facto-tales como el consenso de una comunidad científica, de lo cual resultaría que los :edimientos mediante los cuales se obtiene, se discute y se acepta el conocimien-'esultan de una intrincada mezcla de aspectos no sólo lógicos y empíricos sino bién ideológicos, psicológicos y sociológicos. En tal sentido, Kuhn interpreta que ı separación entre contextos sería artificial y daría una visión unilateral y distor-ıada de la investigación científica. Se trata, sin duda, de una de las polémicas más nsas a las que se asiste hoy en día en materia epistemológica y que comentare-s más adelante. Anticipamos sin embargo que, pese a que hay argumentos muy ıdibles por parte de ambos bandos en disputa, en este libro trataremos de mos-· que la distinción de Reichenbach es aún válida y útil, y por ello la emplearemos cierta frecuencia.

A los dos contextos que menciona Reichenbach se agrega un tercero, el *contex-le aplicación*, en el que se discuten las aplicaciones del conocimiento científico, utilidad, su beneficio o perjuicio para la comunidad o la especie humanas. Se tra-le un conjunto de cuestiones que incluso tienen pertinencia para comprender los ›blemas propios de los contextos de descubrimiento y de justificación. El uso ctico de una teoría, en tecnología o en otras aplicaciones, tiene alguna conexión ı los criterios para decidir si ella es adecuada o no desde el punto de vista del co-:imiento. En general, las discusiones epistemológicas (y en ciertos casos también metodológicas) pueden llevarse a cabo en cualquiera de los tres contextos, lo ıl motiva el problema de analizar la eventual relación entre ellos. Del tema nos ıparemos cuando tengamos ocasión de considerar en detalle las características del :todo científico.

Aunque los problemas del contexto de descubrimiento y de aplicación son de orme importancia, tanto teórica como práctica, en este texto daremos preferencia si exclusiva a las cuestiones que atañen al contexto de justificación. Nuestra preo-pación principal será la de indagar acerca de los elementos de juicio por los cua-; una determinada teoría científica merece ser considerada como conocimiento le-imo, de los criterios que permiten decidir por una teoría en favor de otras y, en neral, de justificar la racionalidad del cambio científico. Los contextos de descubri-iento y de aplicación no serán ignorados, pero su tratamiento en detalle nos obli-ría a la redacción de otro libro.

2 La base empírica de la ciencia



Con el microscopio electrónico se comprueba la distribución regular de los átomos en un cristal de platino. Pero, ¿observamos realmente los átomos o simples manchas en una placa fotográfica?

Base empírica y zona teórica

Si bien en este libro discutiremos la problemática de la ciencia desde un punto de vista lingüístico, analizando la validez y el significado de los enunciados científicos, comenzaremos mencionando un problema de otra naturaleza que tendrá notable influencia en ciertos análisis posteriores. Se refiere a la distinción entre objetos y entidades *empíricas*, por una parte, y objetos y entidades *teóricas*, por otra. Esta distinción no es considerada conveniente ni legítima por todos los epistemólogos contemporáneos, algunos de los cuales niegan terminantemente su legitimidad. Sin embargo, pese a las controversias que ha originado este tópico, consideramos que la distinción entre lo empírico y lo teórico es muy útil, y la discutiremos tanto por lo que podemos llamar las aplicaciones positivas de la misma como para poder entender mejor en qué sentido se dirigen las críticas.

El origen de la distinción se funda en lo siguiente: la ciencia no es un mero discurso sino que, debido a las propiedades semánticas del lenguaje ordinario y aun del lenguaje científico, intenta ocuparse de objetos, de cosas, de entidades, de justificar nuestras creencias acerca de ellos y de encontrar incluso regularidades (leyes naturales) que las involucran. Cuando las disciplinas o las teorías científicas se ocupan de objetos, hay que formular una primera distinción. Nuestro conocimiento de algunos de estos objetos es directo, en el sentido de que no exige ninguna mediatización de instrumentos o teorías para que podamos tener conocimiento de ellos. Se ofrecen directamente a la experiencia y por tanto podrían denominarse provisoriamente *objetos directos*. Para tomar un ejemplo característico, si al contemplar un instrumento que posee un dial observamos que la aguja coincide con una marca de la escala, entonces el dial, la aguja, la marca y la relación de coincidencia pueden considerarse como entidades directas, por cuanto se ofrecen sin mediación a nuestra captación, a nuestro conocimiento.

Claro que no todo objeto del cual se ocupa la ciencia se halla en estas condiciones. Ni los átomos, ni el inconsciente, ni la estructura del lenguaje ni los genes poseen esta cualidad. Para acceder al conocimiento de estas entidades es necesario proceder indirectamente y justificar nuestra creencia en ellas y en nuestro modo de conocerlas. Podríamos decir, provisionalmente también, que estamos tratando con *objetos indirectos*. Esta distinción entre objetos directos e indirectos tendrá consecuencias tanto epistemológicas como metodológicas, porque se comprende que la edificación y justificación del conocimiento no serán análogas en uno u otro caso. De hecho, la captación de entidades no es un fenómeno de nuestra conducta que se ofrezca a nuestro conocimiento sin el auxilio de algunos dispositivos, entre los cuales el principal con que contamos es el lenguaje ordinario. Los términos y vocabularios de éste nos permiten una primera conceptuación de la realidad.

La experiencia se nos ofrece como una red muy compleja de elementos, un continuo que hay que dividir y articular para poder concebirlo y operar con él. Esto se hace con auxilio del lenguaje y en general con todo nuestro aparato de pensamiento. Si éstos no fueran los que nosotros poseemos, la división y articulación de la realidad tal como se nos aparece resultaría de un modo diferente. Cuando hablamos de objetos directos hay que entender que su captación acontece con el auxilio de un

arato semántico sin el cual no siempre los objetos que captamos serían los mis-
ɔs. Es probable que siglos antes del presente, en que las comunicaciones han in-
rconectado estrechamente al mundo, un esquimal trasplantado de pronto a una
an ciudad e instalado en una casa moderna no percibiría como objeto directo
ıa biblioteca, como sí lo hacemos nosotros. Por tanto, hay cierto relativismo y un
·mponente cultural en lo que denominamos un objeto directo, pero la actividad
ɔntífica se origina en una sociedad, en un momento histórico, en un determinado
ıntexto, y al hacerlo de esta manera dispone de un marco lingüístico y conceptual
ːterminado, aunque éste no sea absoluto e independiente del momento histórico
de las circunstancias sociales particulares.

De cualquier manera, en la historia de la ciencia, el lenguaje ordinario y las des-
ipciones culturalizadas del mundo que nos rodea son lo suficientemente invariantes
ımo para que, en la actualidad, lo que se discute acerca del valor del conocimiento
entífico en los medios académicos o educativos de Europa, Estados Unidos o Lati-
ɔamérica tenga una dimensión común. Supondremos, entonces, con fundamento,
ıe los objetos directos constituyen un conjunto potencialmente análogo para todos
s centros culturales que puedan plantearse problemas epistemológicos, y llamare-
.os *base empírica*, adoptando una nomenclatura muy en boga en los países anglosa-
nes, al conjunto de los objetos que potencialmente pueden ser conocidos directa-
ıente. Los demás objetos, acerca de los cuales no negamos que podemos adquirir
ɔnocimiento pero que exigen estrategias indirectas y mediatizadoras para su capta-
ón, constituirán lo que llamaremos *zona teórica* de las disciplinas o de las teorías
entíficas, según la unidad de análisis que adoptemos.

Cuando un objeto, entidad o situación en la base empírica es conocida, suele de-
.rse que contamos con un *dato*. En otro sentido, la captación de un objeto directo
uede también denominarse una *observación*. Como señala el epistemólogo Ernest
[agel, lo que puede captarse directamente y que genéricamente llamamos observa-
ión puede corresponder a tres tipos de situaciones. Hay observaciones espontáneas
ue pueden interesar mucho al científico, pero que no han sido provocadas por él, y
ue se ofrecen porque de pronto, quizás inesperadamente, los sucesos ocurren en la
ealidad de cierta manera. Cuando aparece una nova en el cielo, lo directo es su as-
ecto fulgurante; la atención se dirige hacia el fenómeno por su intrínseco interés,
ero aquél no ha sido provocado por nosotros. En otros casos los datos no han si-
.o provocados pero ha habido una búsqueda de ellos, y en aquellas disciplinas en
ıs que hay un número superabundante de datos es necesario realizar una serie de
naniobras epistemológicas y metodológicas de control y sistematización de acuerdo
on ciertas normas que impone el método científico. Aquí también podemos recurrir
. la astronomía en busca de ejemplos: no se toman los datos astronómicos como re-
ultados de experimentos, pero se dispone de una cantidad suficiente, por ejemplo,
le estrellas visibles a ojo desnudo o a través de instrumentos, como para efectuar
ːstudios estadísticos. De cualquier manera, los datos constituyen en este caso parte
le la base empírica. Finalmente, cuando la observación puede ser provocada, y ha-
ılamos de *experimento*, la situación en cuanto a control y sistematización se hace por
ːierto mucho mejor, pero éste no es un requisito indispensable ni una condición ne-
ːesaria para la aplicación del método científico. Sea como fuere, observación espon-

tánea, observación controlada y experimento son todos aspectos de nuestro conoci-
miento de la base empírica. Como veremos enseguida, algunos de estos conceptos
pueden extenderse también a la zona teórica, pero previamente debemos hacer algu-
nas advertencias preliminares.

Ciertos ejemplos pueden ilustrar lo que estamos diciendo a propósito de la base
empírica y la zona teórica. Consideremos el caso de la física. Sin duda, cuando ana-
lizamos los temas de los que se ocupa un físico advertimos que se mencionan co-
sas tales como balanzas, el fiel de la balanza, la aguja, el dial, y se habla de pesas,
objetos cotidianos en reposo o movimiento, etcétera, los que en determinadas con-
diciones corresponden sin duda a la base empírica. Pero se habla también de cam-
pos eléctricos o de partículas elementales, entidades que no se conocían hasta épo-
cas muy recientes en la historia de la ciencia, es decir, hasta la aparición de ciertas
teorías científicas o de instrumentos apropiados. No cabe duda de que los campos
eléctricos y las partículas elementales no son observables, es decir, accesibles a la
inspección directa, y por lo tanto corresponden a la zona teórica de la ciencia. Una
situación totalmente análoga se presenta en química: los tubos de ensayo, los me-
cheros o el papel de tornasol son directamente observables y corresponderían a la
base empírica, pero no ocurre lo mismo cuando se habla de átomos, de valencias,
de pesos atómicos o de estructura atómico-molecular. En el caso de la biología una
distinción análoga es la que existe entre fenotipo y genotipo: en la mayoría de los
casos el fenotipo se refiere a una característica observable de los seres vivos (plu-
maje de un pájaro, color de una fruta, textura de una semilla); pero el genotipo
hace referencia a los genes, a los alelos, a los cromosomas, y cuando hablamos de
ellos sin presuponer el auxilio de instrumentos estamos tratando con entidades
de la zona teórica. En el ámbito de la lingüística, la distinción que formula de Sau-
ssure entre la lengua y el habla corresponde también a un enfoque semejante. La
lengua es un aspecto teórico y conjeturado del fenómeno lingüístico, en tanto que el
habla, en relación con los fenómenos acústicos, auditivos y la presencia de imáge-
nes, se halla más directamente vinculada a la base empírica. También en sociología
podemos establecer la distinción. Las planillas con que la gente ha respondido a una
encuesta serían sin duda elementos de la base empírica para la investigación que se
ha emprendido, pero hablar acerca de la anomia, el conflicto o el estado de violen-
cia en el que se encuentra una sociedad sería mencionar entidades de la zona teó-
rica. En psicoanálisis, incluimos en la base empírica a las actitudes corporales, a los
gestos y a las expresiones verbales, mientras que pertenecen a la zona teórica el su-
peryó, el inconsciente o las fantasías. Claro que no siempre la distinción es clara.
Sería interesante discutir, por ejemplo, si la inflación es un fenómeno vinculado a la
base empírica o a la zona teórica de la economía. Pero por el momento dejaremos
la cuestión de lado.

¿Qué importancia tiene, realmente, la distinción entre objetos directos e indirec-
tos, entre observación directa y objeto inobservable? Desde el punto de vista episte-
mológico, tendremos que preguntarnos más adelante por qué creemos que una teo-
ría es adecuada o inadecuada, mejor o peor que otra. Y parecería que el elemento
de control es la concordancia o no de la teoría con observaciones de la base empí-
rica. Ésta es una de sus funciones principales para el conocimiento. Pero la base

npírica se modifica a medida que transcurre la historia, debido al surgimiento de uevos procedimientos técnicos que nos permiten observar de distinta manera; por ınto, los elementos de control para la ciencia se modifican consecuentemente y la istoria de la base empírica repercute también en la historia de las teorías científiъs. Otra cuestión que debemos señalar es el distinto grado de énfasis que se puee poner en los aspectos empíricos y teóricos de la ciencia. Desde un punto de visı práctico o tecnológico, no cabe duda de que la base empírica es primordial y la ɔna teórica circunstancial. Los problemas técnicos de la vida diaria están relacionaos con la base empírica, con los objetos que nos rodean y las situaciones cotidiaas que ellos nos presentan. Si algún interés depositamos en los objetos teóricos, s porque se relacionan con teorías que, a su vez, nos permiten disponer de nuevos ecursos tecnológicos para actuar y resolver problemas cotidianos. Pero cuando no atamos acerca de problemas prácticos sino del conocimiento y contemplamos la ealidad desde un ángulo más filosófico, los objetos teóricos adquieren mucha maɔr relevancia. Los grandes fenómenos que dan razón a las leyes básicas explicatiъs de todo lo que ocurre en la realidad están ligados, sin duda, a objetos teóricos ıles como partículas elementales, campos, etcétera. En este sentido, el conocimien) profundo se vincula con el aspecto teórico de la ciencia, y la observación resulta ıbsidiaria, como elemento de control.

.a base empírica filosófica

e comprende que las argumentaciones para justificar un conocimiento relativo a la ɔna teórica serán más intrincadas que las que corresponden a la base empírica. Pe- ɔ para abordar la cuestión necesitaremos distinguir entre tres tipos de base empíria: filosófica, epistemológica y metodológica. Supongamos que una discusión acerca el conocimiento tuviera lugar en el ámbito de la filosofía. ¿Qué estaría en juego? in duda, *todo* el conocimiento humano. En tal caso deberíamos debatir cuestiones ıles como la justificación de nuestra creencia en un mundo exterior a la psiquis o n la existencia de otras mentes. En una palabra, si en lugar de discutir temas epis- emológicos discutiéramos temas de teoría del conocimiento o gnoseología, como se a denomina en algunos círculos, nuestra distinción se establecería entre aquello cuo conocimiento no deja la menor duda y aquello que, pese a que intuitivamente paece estar frente a nosotros, merecería una justificación filosófica. Deberíamos fundanentar, por ejemplo, como exigen muchos filósofos, nuestra creencia en que existen os objetos físicos. Si se denomina *base empírica filosófica* al conjunto de todos los latos indubitables aun para los filósofos, se comprende que esta reunión de objetos y entidades sería mucho más restringida que la que corresponde a la base empírica de la ciencia. Los filósofos dudan de muchas más cosas que aquellas de las que dudan los epistemólogos. Si se quiere comprender mejor la diferencia, permítasenos imaginar una situación en la que un psicoanalista amigo quiere convencernos de que de la teoría psicoanalítica deriva un procedimiento terapéutico muy eficaz para la cura de determinada neurosis. Para ello nuestro amigo comienza a describir la situación en el proceso analítico:

–El paciente es invitado a recostarse en un diván, a relajarse y hacer asociaciones libres, un vagar de tema en tema sin ningún tipo de coerción...

Pero en este punto lo interrumpimos:

–Un momento. ¿Cómo sabe usted que existen cosas tales como el diván y el paciente? ¿Cómo sabe que existen otras mentes, en particular la del paciente?

De tratarse de un desconocido, sin duda le causaríamos una gran sorpresa al hacerle estas preguntas. Pero se trata de un amigo, conocedor de nuestras inquietudes filosóficas, y entonces dirá:

–Entiendo perfectamente lo que usted quiere significar. Pero debemos poner en claro lo siguiente: para decidir si una teoría, en este caso la psicoanalítica, es buena o mala, no tengo por qué retroceder hasta tales preguntas filosóficas básicas y *cuestionar todo el conocimiento* acerca de la realidad de los objetos inmediatos. Yo doy por existentes el diván, el paciente y otras mentes. Lo que debo considerar es si las hipótesis psicoanalíticas explican o no ciertos datos un tanto obvios de la vida cotidiana. Si cuestiono la existencia del diván o del paciente, estoy retrocediendo a un plano tan anterior de la discusión que ya el problema peculiar del psicoanálisis queda fuera de ella. Estaría poniendo en tela de juicio todo el conocimiento, para todas las disciplinas, y entonces debería ocuparme también de cuestiones tales como por qué creo en la existencia de las montañas o de la Luna.

Esta respuesta de nuestro contertulio es totalmente adecuada. Ya señalamos que los problemas que se plantea la filosofía no son exactamente los que se plantea la epistemología, pues los epistemólogos no pretenden criticar y fundamentar todo el conocimiento. Para ellos el tema es por qué tenemos que admitir una teoría científica desde el punto de vista más o menos sensato del sentido común de nuestra actividad cotidiana y del lenguaje ordinario. Por ello, el problema de la base empírica filosófica, como hemos llamado al conjunto de datos que para un filósofo están fuera de discusión, no es un tema que importe especialmente a los propósitos de la epistemología y por tanto de este libro.

Es interesante señalar que no todos los filósofos comparten la convicción de que existe una base empírica filosófica, pues, en general, tal tesitura es considerada fundamentalista. Si bien en algunas etapas de la historia de la filosofía, especialmente en la época de auge del empirismo y del idealismo, se tomaban entidades tales como la sensación y la percepción a modo de ejemplos de lo que constituiría una base empírica filosófica, muchos filósofos pensaban que en realidad no hay datos seguros en parte alguna del conocimiento. De acuerdo con estos críticos, el resultado de la actividad filosófica se parece más a una descripción de las interacciones entre las distintas partes de la realidad y de nuestros tipos de conocimiento, que a un edificio construido desde ciertos cimientos hacia las alturas.

La base empírica epistemológica

En determinado momento de la historia, ciertas comunidades humanas comenzaron a constituir la ciencia, a efectuar descubrimientos y a construir teorías. Indudablemente este proceso se origina, como cualquier otro tipo de proceso de conocimiento, en el análisis de fenómenos de la vida cotidiana y del comportamiento de los grupos sociales. En cierto sentido, puede afirmarse que la ciencia es un fenómeno sociólogico vinculado al desarrollo de la historia. Pero cuando el proceso de constitución de la ciencia adquiere un carácter sistemático, y ello acontece con singular energía a partir del siglo XVII, se advierte que el punto de partida de los científicos son datos obtenidos de la experiencia cotidiana, a los que se trata de reinterpretar y extender en términos que van más allá del conocimiento vulgar. Desde esta perspectiva, los datos de la base empírica son aquellos que cualquier persona puede obtener de la vida cotidiana con el auxilio del lenguaje ordinario, y que están por tanto provistos ya de un suficiente poder de conceptuación básica. A partir de ellos, el científico tratará de formular suposiciones que involucran entidades de la zona teórica y que permitan justificar nuestras creencias y explicar las regularidades que hallamos en la vida cotidiana.

Estamos, pues, en presencia de un tipo de base empírica que ya no tiene un carácter filosófico como la anterior y a la que llamaremos ***base empírica epistemológica.*** En ella se incluyen los datos obtenidos en la vida cotidiana de la manera antes indicada, y la zona teórica será, en este caso, todo aquello que la discusión científica deberá justificar a través de inferencias o también usando las propiedades de instrumentos y teorías de las que se vale para obtener conocimiento. El lector reconocerá que nuestra distinción entre objetos directos e indirectos, presentada al comienzo de este capítulo, presupone la adopción de una base empírica epistemológica y no filosófica. Conviene insistir, además, en que esta base empírica antecede al uso de cualquier teoría científica, porque un epistemólogo, como señalamos en el capítulo anterior, pone en duda todas las teorías científicas y analiza críticamente los procedimientos de validación o justificación de las mismas.

Desde ya, el lector debe quedar advertido de que las palabras ***teórico*** y ***teoría*** se utilizan con distintos significados, que luego analizaremos. Nosotros hablaremos de marcos y presupuestos teóricos para referirnos a las teorías ya admitidas por el investigador y que son tácitamente utilizadas como auxiliares de la investigación que se está llevando a cabo. Cuando se aplica a un objeto, ***teórico*** implica que no pertenece a la base empírica epistemológica y que su conocimiento es indirecto, seguramente facilitado por teorías e instrumentos. Esta nomenclatura es razonable porque, en cierto modo, los datos de la base empírica epistemológica son independientes de los marcos teóricos. También es verdad que el desarrollo cultural y la experiencia fáctica ensanchan y aun alteran nuestra base empírica ordinaria. Tal vez por razones culturales no admitiríamos como datos muchas cosas que se admitían como tales en la antigüedad. Por otra parte, en la vida cotidiana aparecen datos que un científico no estaría dispuesto a tomar en cuenta y registrar en el curso de una investigación. La cuestión es del mayor interés y la discutiremos más adelante. Habrá que establecer ciertos requisitos adicionales para discriminar entre aquello que se admite en calidad de dato y lo que simplemente se considera el resultado de una experiencia cotidiana sin interés para la ciencia.

La base empírica metodológica

A medida que se desarrolla la ciencia, se incorporan al conocimiento científico numerosas teorías e instrumentos de observación. Unas y otros están estrechamente vinculados. Aceptar los datos que nos proporciona un instrumento implica a la vez aceptar una teoría acerca del mismo. En estas circunstancias ocurre que, cuando utilizamos el instrumento, o a veces meramente una teoría, hablamos de observación en un sentido más amplio que el que hemos descrito a propósito de la base empírica epistemológica. Quizá sea conveniente ilustrarlo nuevamente con un ejemplo imaginario. Ahora no es un psicoanalista sino un biólogo quien conversa con nosotros. Nos invita a mirar a través del microscopio y nos dice:

–Ha llegado oportunamente. Fíjese qué interesante célula se puede observar en este momento.

Acercamos el ojo al ocular del microscopio y luego de una cuidadosa inspección replicamos:

–Disculpe usted, pero yo no creo estar observando ninguna célula. Lo que veo es una mancha luminosa, de forma más o menos circular, ligeramente hexagonal, en la que se advierten algunas rayitas grises que parten de los vértices de la figura.

Como en el caso del psicoanalista, nuestro comentario causaría a un desconocido cierta perplejidad. Pero el biólogo está informado acerca de nuestras obsesiones y por ello responde:

–Lo que usted describe, la mancha luminosa percibida a través del ocular del microscopio, es un dato epistemológico, es decir, un elemento de la base empírica epistemológica. Pero la célula de la que hablo no es un dato sino que está inferida. La inferencia se debe a que yo, como biólogo, acepto sin discusión la teoría que legitima el uso del microscopio, y que ha sido justificada y aceptada por la disciplina llamada óptica. Presupongo la óptica y en particular la denominada "teoría de los sistemas ópticos centrados". Según esta teoría, la mancha luminosa es una imagen que se corresponde con un objeto, isomórfico a la mancha, de tamaño muchísimo menor y que se halla en el objetivo. A ese objeto inferido lo llamo célula. Reconozco que estoy haciendo una inferencia con el recurso a una teoría, pero yo no cuestiono la física. Por tanto, acepto que la célula está presente, que la estoy observando y que estoy hablando acerca de ella.

Es evidente que la respuesta del biólogo es totalmente sensata y que se aplica a aciones que se presentan continuamente en el transcurso de una investigación ıtífica. Si inspeccionamos los textos de física elemental comprobamos que, en :hos de ellos, los datos a partir de los cuales se considera que la física comien- ı constituirse son presentados como obtenidos a través de instrumentos tales co- balanzas, densímetros, reglas de medir, cronómetros, etcétera. A veces, para in- ir o justificar leyes como la de Boyle-Mariotte, que rige el comportamiento de gases en ciertas condiciones, se miden presiones, volúmenes y temperaturas, y s resultados de las mediciones también en este caso se los llama datos. Pero ;uno de ellos es un dato empírico en sentido epistemológico, pues se presupone ı su obtención el uso de algún instrumento y la teoría que lo justifica. En este › serían datos epistemológicos el instrumento en sí mismo, como objeto, el lugar :oincidencia entre el nivel de un líquido y una raya en el densímetro o la coin- ncia entre una marca de una regla y el extremo de una barra. Pero si no dispo- os de una teoría que legitime el funcionamiento del instrumento de medición, ;llo de lo que se está hablando no es directamente observable, y un ignorante o niembro de una cultura diferente a la nuestra no estaría en condiciones de cap- ›emejante tipo de datos en condición de tales.

Qué ocurre en esta circunstancia? Estamos ante una situación más ligada a la ›dología que a la epistemología, pues el científico acepta sin discusión una serie ›orías presupuestas que empleará para su investigación. Su propósito es obtener ·os conocimientos a partir de aquellos de los que dispone. Las teorías aceptadas ›rmiten inferir conocimientos que nuestro científico considera datos, en un sen- que ya no es epistemológico sino metodológico. Por eso dichos datos, obteni- con el recurso a ciertas teorías que no se cuestionan, forman parte de la llama- ›se *empírica metodológica.*

:s interesante analizar la estructura lógica de la estrategia empleada por el cien- · en situaciones como las que estamos analizando. En el caso del microscopio, ólogo conoce una ley: "Percibo una mancha a través del ocular *si y sólo si* hay bjeto mucho más pequeño pero isomórfico en el objetivo". Su forma lógica es guiente:

A si y sólo si B

ıquí A resume una descripción hecha en términos que aluden a la base empíri- ›istemológica. Se refiere a la mancha en el ocular y, en general, a cualquier da- ›istemológico obtenible por observación directa a través de la experiencia. En ›io B describe lo que sucede en la zona teórica, e involucra entidades tales co- ›n el caso del microscopio, el objeto pequeño en el objetivo, que no puede ver- simple vista. En general B tratará acerca de magnitudes tales como la presión łensidad, cuyos valores son obtenidos por medio de instrumentos y pertenecen, anto, a la zona teórica. Desde el punto de vista lógico, el enunciado "A si y só- B" es una *equivalencia* que garantiza la verdad de B si A es verdadero y la ıd de A si B es verdadero. En este caso, el enunciado vincula la descripción go que se conoce en la base empírica con algo relativo a la zona teórica. Co- eremos más adelante, los enunciados que establecen una relación entre el ám-

bito de lo empírico y el ámbito de lo teórico tienen una importancia crucial, y en la jerga epistemológica se los llama *reglas de correspondencia* o bien, si se quiere poner el énfasis en su carácter hipotético, *hipótesis puente*. Quien ha aceptado ya ciertas teorías, como la teoría óptica que fundamenta el uso del microscopio en el caso de nuestro biólogo y, en general, quien ha aceptado ya cierto tipo de leyes científicas, presupone que existen reglas de correspondencia de la forma "A si y sólo si B", donde A es el componente empírico y B es el componente teórico. Con ello no queremos decir que A y B tengan igual significado. El enunciado "A si y sólo si B" es la admisión de que cuando está presente aquello que describe A en la base empírica también está presente lo que describe B en la zona teórica y viceversa.

En el caso del microscopio, el biólogo que afirma estar observando una célula hace en realidad un razonamiento que tiene dos premisas y una conclusión. La primera premisa es la regla de correspondencia "A si y sólo si B". La segunda es una premisa empírica que puede denominarse *premisa dato*: afirma A, es decir, en nuestro ejemplo, la presencia de la mancha vista a través del ocular. Ahora bien, hay una regla de razonamiento correcta, conocida desde la antigüedad con el nombre de *modus ponens*, una de cuyas variantes tiene la siguiente forma:

A si y sólo si B
A

por consiguiente: B

regla que se justifica porque, si se admite la equivalencia entre A y B, cuando A sea verdadera, B, la conclusión, tendrá necesariamente que ser verdadera también. En el caso del microscopio, "A si y sólo si B" es la regla de correspondencia que vincula la mancha con el objeto microscópico en virtud de una teoría óptica aceptada, mientras que la segunda premisa A expresa el dato de que está presente la mancha en el ocular; entonces, por la sola existencia de la regla llamada *modus ponens*, B, la presencia en el objetivo del objeto llamado célula, tiene que ser admitida.

No queremos decir de modo alguno que un científico procede en situaciones como ésta haciendo conscientemente el razonamiento. Hemos puesto en evidencia lo que en realidad acontece en forma totalmente automática: el razonamiento está implícito y lo que se tiene es B como una suerte de resultado instantáneo de contar con la regla de correspondencia y la premisa dato. De manera epistemológicamente incorrecta pero muy adecuada desde el punto de vista práctico, conviene, y así lo hacen los científicos, extender el sentido del término observación y admitir que se está observando lo que se describe en B: observamos la célula. Cuando nos refiramos a la base empírica metodológica diremos que hemos hecho una observación en sentido *amplio* o *extenso*, para distinguirla de la que describimos a propósito de la base empírica epistemológica y que de aquí en más denominaremos observación en sentido *estrecho*.

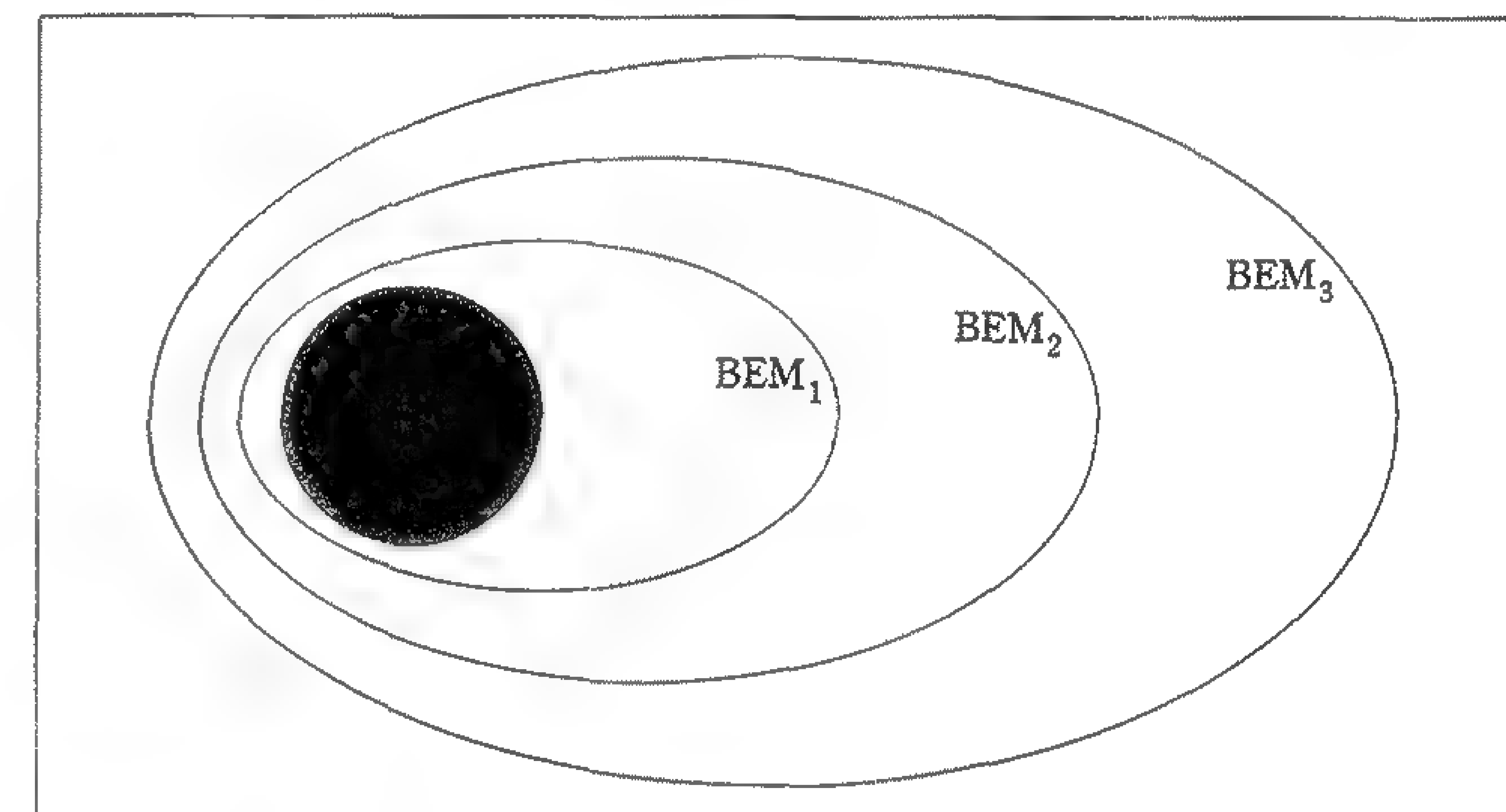
.a observación en sentido amplio

:n la inmensa mayoría de los casos, la observación científica es observación en sendo amplio, lo cual indica que la labor empírica de los científicos siempre presupoe implícitamente un marco teórico constituido por todas aquellas teorías ya aceptaas por la comunidad científica y que en el momento de la investigación se consieran fuera de discusión. Pero algo similar ocurre en nuestra vida cotidiana. Deciaos que observamos un libro, pero, sin embargo, en una teoría rigurosa de la perepción deberíamos admitir que lo que vemos en realidad son tres cuadriláteros de istinta textura que convergen en un vértice. Nadie duda sin embargo que estamos bservando un libro. Porque en toda nuestra experiencia anterior, cotidiana, en la ue hemos incorporado un notable conocimiento geométrico de la realidad y tamién leyes acerca del aspecto de ciertos objetos, hemos aprendido que, toda vez que stán presentes esos tres cuadriláteros, estamos ante un paralelepípedo y que si, demás, la cara de mayor superficie tiene ciertas inscripciones y las otras dos están urcadas por finas rayas, entonces nos hallamos en presencia de un libro. Ésta se:a la regla de correspondencia "*A* si y sólo si *B*". Y ella, junto con el dato *A* de que stamos ante esas caras con esas particularidades, nos permite inferir *B*, es decir, ue tenemos delante un libro. Se trata de una experiencia tan común que resulta alo ridículo preguntar ante qué estamos o qué observamos. La respuesta será invaiablemente "un libro", porque damos por sentada esa inferencia que nos lleva dese el dato empírico perceptual hacia el objeto físico. La cual, desde luego, no podría er realizada por alguien que no esté habituado a tratar con libros.

Todo esto muestra que, desde un punto de vista filosófico o epistemológico, el onocimiento de lo que llamamos objetos físicos en nuestra experiencia cotidiana se ıfiere a partir de datos perceptuales. En el mismo sentido, en ciencia, los datos de ı base empírica metodológica son inferidos a partir de los datos de la base empíria epistemológica. Es muy justificable, por tanto, que se emplee la palabra observaión en sentido amplio: en términos metodológicos, el científico habla de observacio.es y datos aunque no formule las distinciones correspondientes, pues lo hace en el ıismo sentido en que lo hacemos nosotros cuando afirmamos observar libros, obescos, filósofos u otros objetos físicos.

Como consecuencia de la distinción entre una base empírica epistemológica y tra metodológica, se origina una situación que afecta al modo de conocimiento de ɔs objetos, y en particular a su observación. Consideremos en primer lugar la base mpírica epistemológica, en la cual situamos los datos que no hacen uso de teorías instrumentos, y que serían, en principio, accesibles a la inspección directa. Debi.o a los problemas que se plantean en esta primera base empírica, en algún moıento del desarrollo del conocimiento surgieron las primeras teorías científicas báicas con fines explicativos de esta peculiar realidad. Estas teorías proponían leyes el comportamiento de la realidad en esa base empírica y, aceptadas que fueron, oriinaron reglas de correspondencia del tipo "*A* si y sólo si *B*", donde *A* corresponde l aspecto empírico y *B* al aspecto teórico. A partir de ellas fue posible extender las bservaciones y constituir una primera base empírica metodológica. La observación n sentido amplio permitió por tanto disponer de más objetos que los que se tenía

antes, es decir, nuevos datos que se entienden como tales a condición de no cuestionar las leyes en las que nos hemos basado para inferirlos desde la base empírica epistemológica. Pero entonces surgen nuevos problemas en la base empírica metodológica, y aparecen nuevas teorías para solucionarlos y nuevas reglas de correspondencia del tipo "*A* si y sólo si *B*", donde *A* atañe a lo empírico u observacional ***en sentido amplio***, y *B* a nuevos tipos de observación ampliada, dando lugar a una segunda base empírica metodológica, y así sucesivamente. El resultado semejaría una estructura de "capas de cebolla", cuyo núcleo estaría constituido por la base empírica epistemológica *BEE* y cuyas capas representarían las sucesivas bases empíricas metodológicas, BEM_1, BEM_2, BEM_3..., que se proponen a medida que evoluciona la investigación científica. (Véase la figura.)



A propósito de esta concepción, caben dos comentarios. Algunos epistemólogos se oponen a la visión fundamentalista de la ciencia, según la cual ésta se desarrolla por etapas y cada etapa funda las anteriores, y por tanto objetarían la pretensión de encontrar en la historia de una ciencia los pasos de crecimiento que señalamos anteriormente. Ellos dirían que las ideas científicas se entrecruzan entre sí constantemente de una forma tal que, en lugar de una estructura estratificada como la que hemos propuesto, correspondería hablar más bien de un entretejido algo confuso de hipótesis, teorías y distintos puntos de vista coexistentes. Nuestra creencia, sin embargo, es que tal estratificación es posible, y que ello se pondría en evidencia a través de una interesante labor de la historia de la ciencia, no entendida en términos de lo que exactamente ha pasado sino de lo que habitualmente se llama una "reconstrucción racional" del desarrollo científico. Una investigación de esta naturaleza daría cuenta efectivamente de cómo se ha constituido la observación científica a lo largo de la historia y permitiría mostrar la pertinencia de la estructura en "capas de cebolla" que hemos presentado. Una segunda acotación que corresponde señalar es que las teorías científicas no son inamovibles. A veces tienen corta vida y son reemplazadas en su momento por otras, ya se trate de un simple perfeccionamiento de las existentes o bien de sustituciones revolucionarias, constituidas a partir de ideas

totalmente novedosas y hasta incompatibles con las anteriores. Siendo así, la estructura de "capas de cebolla" puede de pronto corromperse, por ejemplo cuando en el nivel de una de las capas se descubre la inadecuación de alguna teoría. Todo esto muestra, lo cual no siempre es evidente, que los cambios teóricos en la historia de la ciencia pueden no ser meramente tales, sino que pueden incidir también en la pérdida de todo aquello que se admitió como observación hasta ese momento. El campo del psicoanálisis es particularmente adecuado para ilustrar este punto, puesto que en él las teorías son más cuestionables y coexisten muchas teorías rivales. Puede ocurrir entonces que aquello que se consideraba como observación clínica en determinado momento deba dejar de serlo simplemente porque la teoría involucrada en la observación ha sido descartada. Sin embargo, episodios de esta naturaleza también se han presentado en el campo de las ciencias más rigurosas. En los años inmediatamente posteriores a la formulación de la teoría electromagnética por James Clerk Maxwell, muchos físicos pensaban que la observación de fenómenos electromagnéticos era en rigor observación de las propiedades de un medio material llamado éter. Pero luego las teorías clásicas del electromagnetismo fueron descartadas, el concepto de éter desapareció de la física y por tanto ya no se pudo afirmar que se lo observaba o que se observaban algunas de sus manifestaciones. Ocurre que la noción de observación en sentido extenso y la de objeto teórico propuesto por una teoría para explicar la realidad están estrechamente vinculadas. Nuestra distinción inicial entre objetos directos y objetos teóricos, al comienzo de este capítulo, era una distinción a la vez epistemológica y ontológica, pero desde el punto de vista del avance del conocimiento lo referente a los objetos teóricos es problemático: no todo aquello de lo que allí se habla efectivamente existe. Para la construcción del conocimiento es materia de conjeturas qué objetos teóricos hay y cuáles no hay y, como veremos más adelante, ciertos objetos teóricos que en determinado momento son admitidos pueden desaparecer en un momento posterior*.

La historia de la ciencia muestra que efectivamente, en distintas disciplinas, ha acontecido el proceso de constitución de sucesivas bases empíricas metodológicas que hemos mencionado reiteradamente. Cuando se prestó por primera vez atención a los fenómenos eléctricos, los objetos de la base empírica eran barras de ebonita o azufre previamente frotadas con paños de lana, trocitos de corcho, péndulos construidos con hilos y bolitas de médula de sauco. El comportamiento de esos cuerpos, sus atracciones y repulsiones mutuas, generaron distinto tipo de problemas. Había que explicar tales atracciones y repulsiones, para lo cual se propusieron, en el siglo XVIII, teorías que involucraban entidades tales como la "carga eléctrica". Las barras y los trozos de corcho eran, sin duda, objetos de la base empírica epistemológica, mientras que la "carga eléctrica" era un objeto teórico. También lo eran ciertas magnitudes tales como la corriente eléctrica o la diferencia de potencial. Pero entonces se formularon las primeras teorías y leyes que vinculan entre sí esas magnitudes

* El término *ontológico* es utilizado en filosofía en relación con el problema de cuáles son los tipos o clasificaciones categoriales más generales que corresponde hacer con las entidades. Nosotros utilizaremos esta palabra para diferenciar cuestiones vinculadas al uso del lenguaje empleado para referirse a las entidades de aquellas que surgen cuando se discute la existencia de las mismas.

(por ejemplo, la ley de Ohm) y se avanzó un paso más: se introdujeron los campos eléctricos y los electrones para explicar, entre muchas otras cosas, por qué se produce la corriente eléctrica. No cabe duda de que el desarrollo científico acontecido desde las primitivas observaciones de atracción y repulsión entre cuerpos previamente frotados, hasta la teoría de las corrientes eléctricas y de los circuitos en general, y de aquí a su vez a las teorías de campo o a las teorías electrónicas, ilustra precisamente lo que la figura pretende mostrar en cuanto a las sucesivas ampliaciones de la base empírica. Pero la situación también se presenta en muchas otras disciplinas y no sólo en la física. En biología, la admisión de la estructura celular para explicar la conformacion de los seres vivos no se logró hasta que los biólogos contaron con el microscopio. Pero una vez que se hizo la ampliación, los estudios a nivel celular y los problemas involucrados en ellos llevaron al desarrollo de teorías como la genética. Entonces, en sentido amplio, pudo decirse que se observaron los genes. Es verdad que, con el progreso de la técnica, los genes pudieron ser observados luego con la ayuda de microscopios electrónicos o de los rayos X, pero esta nueva manera de observación sigue siendo un elemento de la base empírica metodológica. No obstante, la situación es diferente. La observación indirecta de los genes presuponía una sola teoría, la teoría genética, mientras que la utilización del microscopio electrónico o de los rayos X implica la aceptación de importantes y significativas teorías de orden físico. Estas teorías presupuestas ya han sido aceptadas por la comunidad científica, por lo cual, un tanto paradójicamente, resulta más confiable como dato esta última manera de observar los genes que la primera. Un físico o un biólogo típicos no dirían ante el solo empleo de la teoría genética para elaborar mapas cromosómicos que realmente están observando los genes, en tanto que estarían muy dispuestos a conceder que así es cuando se les muestren placas obtenidas mediante el uso del microscopio electrónico.

Algo similar podría afirmarse de los átomos o de las partículas subatómicas. No podemos afirmar, desde el punto de vista epistemológico, que observamos la trayectoria de una partícula alfa en una fotografía tomada en una cámara de niebla. Aquí los datos epistemológicos son rayas blancas, quebradas, a veces un tanto curvas y espirales sobre fondo negro. Pero por las razones explicadas, el físico tiene derecho a afirmar, dado el grado de evolución de la física y por la adopción de una base empírica metodológica suficientemente ampliada, que observa en la fotografía la trayectoria de una partícula alfa. Análogas consideraciones se aplicarían al caso en que se utilizan rayos X para detectar la estructura atómica y molecular de los cristales. Se obtienen fotografías en las cuales se percibe una serie de manchas simétricamente ubicadas. ¿Corresponde o no afirmar que se están observando átomos? En realidad, muchos epistemólogos, y recordamos especialmente a nuestro amigo Heberto Puente, un gran físico-químico argentino, se negaban terminantemente a admitirlo. Otros se extrañaban ante esta negativa, pues decir que se observan átomos ante una fotografía es un modo de hablar habitual en el trabajo científico cotidiano. ¿Cómo se explica esta controversia? Evidentemente, Puente actuaba como un epistemólogo de la química, y para él de ninguna manera se podía aceptar que había observación de átomos en sentido epistemológico. Los contendores, en cambio, procedían metodológicamente, usando un complicado marco teórico para justificar lo que ellos lla-

aban observación, pero en este sentido tenían razón también ellos: indudablemen- se "ven" los átomos. A medida que las teorías científicas se enriquecen, o apare- n nuevas teorías cada vez más potentes, es evidente que la observación en senti- amplio se hace cada vez más posible.

No queremos sin embargo que el lector interprete que la noción de observación sentido metodológico se vincula siempre con el uso de instrumentos o artefactos cnológicos, porque esto llevaría al malentendido de que la observación en senti- amplio está ligada a la tecnología. En realidad la clave de lo que estamos diciendo n las teorías científicas, que proporcionan las leyes o reglas de correspondencia l tipo "*A* si y sólo si *B*". Consideremos nuevamente el campo del psicoanálisis. No en este momento nuestra intención discutir cuál es la situación epistemológica l psicoanálisis y daremos por aceptado, como lo haría un terapeuta, que ciertas orías en dicho campo están ya fuera de duda. Pensemos entonces en un psicoana- ta que acepta la teoría de Freud sobre la existencia de un superyó, una de las ins- ncias de la estructura del aparato psíquico, que se constituye en nuestro sujeto psi- lógico por la acción de muchos factores externos, y especialmente por la influen- a paterna. Quien acepte una teoría semejante dirá que el superyó, esta instancia terna, tiene peculiares formas de actuar. Por ejemplo, aceptará lo siguiente: "Un in- viduo deja de realizar una acción que despierta su interés y le produce gozo, si y lo si el superyó tiene características persecutorias y crueles contra la otra instan- a principal del sujeto, el yo". Ahora bien, puede suceder que, en un momento de- rminado, un individuo no actúe del modo en que debiera para lograr algo en lo e tiene mucho interés. Es el caso, no tan infrecuente, de la persona que desea in- nsamente obtener una cátedra universitaria y no se presenta a concursar. Él mis- o no sabe muy bien por qué procedió de esa manera. Sin el marco teórico del psi- análisis, lo único que se advierte es que el individuo, por razones inexplicables, trocedió en el momento más crítico de la situación. Pero el psicoanalista dispone la ley que ha aceptado en su marco teórico, su "*A* si y sólo si *B*", es decir, la lación entre la conducta inhibida del individuo y la acción persecutoria y cruel de figura paterna expresada en su superyó. Entonces, haciendo otra vez la deducción tomática y simultánea, a partir de "*A* si y sólo si *B*" y *A*, concluirá *B*, es decir, e el superyó está actuando. Esto le permite al psicoanalista hablar de una mane- muy intrigante para un epistemólogo, pues aducirá estar observando cómo el su- ryó persecutorio del sujeto lo está inhibiendo. Quien no adopte el marco teórico l psicoanálisis se sentirá perplejo y se preguntará cómo diablos se puede observar go semejante a un superyó. Pero el psicoanalista dirá que lo observa con él mis- o derecho con que un físico afirma observar los átomos o un biólogo las células.

La observación en sentido metodológico no depende de instrumentos, como uestra el ejemplo anterior, sino de las leyes de las cuales se disponga. Esta misma uación puede acontecer en ciencias sociales y en política. No hay instrumentos cnológicos en estas ciencias comparables a los que disponen el físico o el biólogo. es que no los haya en absoluto, pues en cierto sentido los trabajos de campo y encuestas en sociología son un recurso tecnológico, pero no se pueden aplicar en das las circunstancias ni son, en cuanto a fiabilidad, instrumentos similares al mi- oscopio. Lo que no falta en sociología son teorías sociológicas. Ante un suceso observable, en el sentido de que se pueda obtener información acerca de él a través de los periódicos o de la experiencia cotidiana (una huelga, un episodio violento, un tumulto), el sociólogo, en el seno de determinada teoría, podrá decir con toda naturalidad que está observando la presencia de una lucha de clases. Pero en su teoría deberá existir una adecuada regla de correspondencia del tipo "*A* si y sólo si *B*" como en los casos del psicoanalista y del biólogo. También aquí habrá que preguntarse cuál es el valor del marco teórico que está empleando, pero esa es harina de otro costal. Para quien considere la aceptación de la teoría sociológica como problema ya resuelto, su observación en sentido amplio es tan legítima como la que ocurre en el resto de las disciplinas.

Requisitos de la observación científica

Salvo que indiquemos lo contrario, cuando mencionemos en este libro a la base empírica de la ciencia nos estaremos refiriendo a la base empírica epistemológica. A propósito de ella, ya anticipamos que no todo aquello que en principio se ofrece como elemento de la base empírica será considerado un dato por el científico. La base empírica para la construcción o justificación de la ciencia debe cumplir algunos requisitos adicionales, aunque es materia de controversia determinar con precisión cuáles han de ser. Consideraremos a continuación tres de ellos: los que se han llamado de ***efectividad***, de ***repetibilidad*** y de ***intersubjetividad***.

Efectividad

El requisito de efectividad exige que la verdad o la falsedad de la afirmación sobre el suceso o el aspecto de la base empírica a los que nos estamos refiriendo pueda, en principio, ser dirimida en un número finito de pasos. De no ser posible, no aceptaríamos el presunto dato como un dato científico. Lo llamamos requisito de efectividad porque presupone algún método *efectivo*, como suelen denominar los lógicos, matemáticos e informáticos a todo algoritmo que "decida por sí o por no". Aquí no se trata de un algoritmo sino de la posibilidad de observación. ¿Podríamos, por ejemplo, tomar como dato de la base empírica el grado de luminosidad en el Sol en este momento? En principio, sí. Pues si se afirma que dicho grado de luminosidad es tal o cual, podremos decidir la verdad o falsedad de la afirmación realizando la observación en ciertas condiciones, si no hay perturbaciones tales como la interposición de nubes o eclipses. Éste sería un ejemplo de dato de base empírica aceptable por la ciencia. Si la pregunta fuera si la luminosidad de una estrella que está detrás de la nebulosa Cabeza de Caballo tiene tal o cual grado de luminosidad, en este momento, con las posibilidades técnicas de observación no podríamos responderla, porque no podemos abandonar nuestro punto de vista terrestre; esa nebulosa oscura se interpone y no nos deja ver qué sucede con la estrella. Los datos de luminosidad serían aceptables para la base empírica filosófica porque, en principio, si uno pudiera trasladarse a otro lugar del universo podría observar esa luminosidad, pero en la actualidad ello es inaccesi-

ble. El requisito de efectividad está vinculado a la cuestión coyuntural histórica de qué posibilidades técnicas y vivenciales tenemos para producir la experiencia de observación. Mucho de lo que no era observable en sentido epistemológico años atrás ahora lo es, por ejemplo las montañas de la cara oculta de la Luna.

Anteriormente señalamos la importancia de la base empírica como elemento de control, para dirimir "por sí o por no" lo insinuado por la teoría. Aquí el requisito de efectividad encuentra una dificultad, que vamos a denominar provisoriamente la *vaguedad* o imprecisión de los objetos reales. Éstos, tal como se nos presentan a través de la experiencia, no parecen tener límites definidos, lo cual se manifiesta cuando los percibimos o captamos; en este sentido, el problema puede radicar en determinar, por ejemplo, si la aguja de un dial coincide o no con una raya de la escala. Hay que admitir que a los efectos de la experiencia no hay límites precisos y es perfectamente posible que acontezca una situación en la que no se pueda decidir fácilmente si la aguja coincide o no con la raya. Como se suele decir en materia de luminosidad, parece que hubiera situaciones de penumbra. Más que a ninguna otra cosa, esta circunstancia afecta a la teoría de la medición. Resulta que, debido a las limitaciones señaladas, a las imprecisiones de las marcas, a las imperfecciones en el pulimiento o el diseño de los instrumentos, llega un momento en que no podemos contestar "por sí o por no" la pregunta acerca de la coincidencia de la aguja y la raya. Decir que una medida es 14,57 nos deja en la duda de si la parte decimal es 57 ó 58, porque estaríamos aparentemente a mitad de camino entre dos rayas de la escala sin poder decidir dónde exactamente. Generalmente la vaguedad conspira contra la efectividad sólo hasta cierto grado, pero en algunos casos la cuestión puede ser asunto de vida o muerte. Para decidir si el espacio físico es euclídeano o no euclídeano, hay que establecer por ejemplo si la suma de los ángulos interiores de un triángulo es igual a 180° o no. No existe ningún procedimiento instrumental que permita dar una respuesta absolutamente precisa. Aun empleando un triángulo geográfico muy grande, los mejores instrumentos dirán, por ejemplo, que la suma de los tres ángulos es igual a 179° 59' 59,983". Como consecuencia, no podremos discriminar entre dos posibilidades: si se trata de una medida exacta que demuestra que el triángulo es no euclídeano o si estamos dentro de los límites de imprecisión de los instrumentos y nada podemos decidir. Por consiguiente, el requisito de efectividad está limitado por la vaguedad ontológica de los objetos reales, que induce restricciones en los procedimientos de medición o de captación de nuestras observaciones.

Repetibilidad

Un segundo requisito para la observación científica es el llamado "de repetibilidad": afirma que los datos que importan a la ciencia deben tener la posibilidad de ser repetidos. Un dato único, irrepetible, no inspira confianza, porque puede estar perturbado o ser el fruto de una conjunción casual de circunstancias. Pero si es repetible, y lo que se afirma a propósito del dato se afirma también en sus repeticiones, tendremos una base confiable para creer que estamos en presencia de una regularidad, de una ley. Sin embargo, aquí caben algunas aclaraciones. ¿Qué es lo que se repite? Puede ser útil en este punto recoger una idea de Popper que no ha sido en general debidamente apreciada: su distinción entre *acontecimiento* y *evento*. Tanto un acontecimiento como un evento se refieren a algo que sucede y no a objetos, pero nuestra concepción de la base empírica no involucra solamente objetos sino también sucesos. Un determinado suceso tiene lugar y fecha. Si en este momento arrojamos una moneda al suelo, el acontecimiento, el suceso, es la caída de la moneda, aquí en Buenos Aires, en tal dirección, en tal habitación y a tal o cual hora. Es evidente que si volvemos a arrojar la moneda, el lugar será el mismo, salvo que nos hayamos trasladado, pero la fecha será otra. El primer acontecimiento no es idéntico al segundo y no tiene ningún sentido hablar de la repetición de un acontecimiento a secas, porque un acontecimiento no se repite, tiene lugar en su instante y lugar en el espaciotiempo. La teoría de la relatividad pone el énfasis justamente en esta idea de que la descripción del mundo se haga sobre la base de sucesos que estén ubicados en el espacio y el tiempo, y la tendencia a describir procesos como cadenas de tales acontecimientos parece bastante acertada, pero ellos no son repetibles. Lo que ocurre es que hay acontecimientos que tienen cierta similitud y otros que no la tienen: una moneda que cae no es similar a una explosión, al nacimiento de Napoleón, a la aparición de una nova o a la renuncia de un presidente. En este sentido, propone Popper, las familias de sucesos semejantes en algún respecto se pueden llamar *eventos*. De acuerdo con esta propuesta, un mismo acontecimiento puede formar parte de muy distintos tipos de eventos, según el aspecto en que se ponga el énfasis. La renuncia de un presidente puede ser un hecho revolucionario pero también un drama familiar. Un evento sí es repetible, pues es una familia de acontecimientos de un mismo tipo. Si un evento es la caída de monedas, los acontecimientos anteriores serían dos casos particulares del mismo. De acuerdo con esta distinción, la recomendación de que sólo se tengan en cuenta circunstancias repetibles para que los científicos las incorporen a su acervo de conocimiento debe expresarse con mayor precisión. Lo que se quiere decir es que deben ser tomados en cuenta únicamente acontecimientos que correspondan a eventos repetibles. De otro modo el acontecimiento no tendrá interés científico.

Este requisito así planteado origina muchos problemas. Hay ciencias que cuentan con eventos repetibles, o por lo menos repetidos, como es el caso de la astronomía. Una gran familia de ciencias, a la que pertenecerían la física, la química, la biología y algunas otras, tendrían la posibilidad de formular teorías que proporcionen leyes, porque la repetibilidad es lo que permite establecer correlaciones, pautas constantes de acontecimientos, etcétera. Pero existen disciplinas donde esta circunstancia no ocurre, o bien ocurre de manera muy parcial. Un ejemplo es la historia. ¿Hay aquí eventos interesantes repetibles? Una objeción que se suele formular contra una aproximación legalista a la historia es que, si bien se pueden caracterizar eventos tales como las revoluciones políticas, constituidas por acontecimientos históricos, los acontecimientos de un mismo evento son tan diferentes que finalmente lo que hay de común entre ellos es banal y muy poco interesante. Hay diferencias tan considerables entre la revolución rusa, la revolución norteamericana y la revolución que destronó a Domiciano en Roma en cuanto a sus características, que para lograr alguna conclusión los eventos a considerar serían casi inocuos y de ellos apenas se

podrían obtener leyes generales de este tipo: "En toda revolución hay gente que se siente incómoda". No suena muy serio desde el punto de vista científico. A un historiador le interesan los acontecimientos en tanto tales. Y hay otras disciplinas, como la geología y la geografía, en las que sucede algo parecido con relación a la distribución espacial: el Monte Blanco es la montaña más alta de Europa y esto interesa a los geógrafos, pero nada nos dice acerca de regularidades o leyes, porque el Monte Blanco es único.

Hay que admitir que en ciertas disciplinas la preocupación principal es idiográfica, en el sentido de que se refiere a acontecimientos irrepetibles que importan por sí mismos, que tienen un interés intrínseco y no por ser el caso particular de una ley. Pongamos por caso: la batalla de Waterloo. Sin embargo, detrás de este enfoque hay problemas de leyes generales subyacentes, tan simples como pudieron ser las leyes de la mecánica en su momento y que dieron lugar después a la explicación de singularidades tales como el funcionamiento de diversas máquinas. Esta creencia, en el caso de la historia, es compartida por autores tan diferentes como Spengler, Marx y Toynbee. En el caso de la geografía y la geología no cabe duda de que paulatinamente se está accediendo a un terreno teórico donde, para tomar un caso, la cuestión de la deriva continental se trata con el auxilio de una cantidad de teorías mecánicas, geográficas y geocientíficas que explicarían los hechos circunstanciales. De modo que tal vez muchas ciencias integrantes de este segundo conjunto, que no alcanzan por el momento el nivel del interés por el evento y la ley, paulatinamente se incorporarían al primer conjunto, al que pertenecen la física y la biología.

Intersubjetividad

Un tercer requisito que se suele exigir con bastante énfasis es el de intersubjetividad, según el cual ningún dato puede provenir de un único captador del mismo. En principio debe ser posible para todo dato haber sido observado por más de un observador. No es forzoso que de hecho ocurra así, pero se comprende que, en el caso de que el dato sea atípico, esto puede transformarse en una cuestión muy importante en cuanto a su valor y aceptación. Tal como lo estamos presentando, el criterio es bastante aceptable, e incluso es una buena definición de la *objetividad* de la ciencia. La objetividad de los datos radica precisamente en su intersubjetividad, o sea en el hecho de que distintas personas lo pueden registrar. Pero aquí hay dos dificultades. Una es de principio: ¿qué se está diciendo exactamente con este requisito? La segunda radica en que algunas disciplinas, en particular el psicoanálisis, tienen dificultades a este respecto, y de allí la batalla entre el conductismo y las disciplinas psicológicas que aceptan el dato introspectivo como un dato de valor. El psicoanálisis, en particular, cuando admite fenómenos como la contratransferencia, parecería dotar a cada terapeuta de un instrumento por el cual, de acuerdo con lo que él experimenta emocionalmente en un momento dado, puede inferir lo que le sucede al paciente. (Si el paciente es odontólogo, por ejemplo, el terapeuta puede de pronto experimentar un fuerte dolor de muelas.) Pero este dato es puramente introspectivo y subjetivo, y no cumple el requisito de intersubjetividad. ¿Sería cuestión, entonces, de abandonar este

tipo de datos y quedarse solamente con aquellos que sí pueden ser recogidos por distintos observadores? Un conductista respondería en forma afirmativa, agregando que de otra manera se perdería la necesaria objetividad científica. Pero vale la pena preguntarse si la intersubjetividad se exige para los acontecimientos o para los eventos. En el primer caso la exigencia es muy fuerte: todas las teorías psicológicas que admiten datos intersubjetivos quedarían directamente descartadas y habría que darle razón a los conductistas. Coincidiríamos así con aquellos que sostienen que la psicología debe constituirse al modo de la física o la química en cuanto a objetividad. Pero si la intersubjetividad se exige sólo para los eventos, aunque cada dato por separado sea introspectivo, un conjunto amplio de científicos bien puede haber experimentado datos correspondientes a un mismo tipo de evento. En este sentido la contratransferencia constituiría un evento, una familia de acontecimientos que muchas personas dicen haber experimentado y haber utilizado con fines informativos terapéuticos. La intersubjetividad se manifestaría por la presencia de una gran cantidad de testigos de tales acontecimientos. No hay razones para sostener que este punto de vista deba ser rechazado, sobre todo si tiene utilidad terapéutica.

Diríamos entonces, a modo de conclusión, que no hay un único requisito de intersubjetividad, sino dos. Uno, fuerte, exige que los acontecimientos sean intersubjetivamente captables, condición que satisfacen en particular las ciencias "duras". El segundo, débil, exige solamente la característica de intersubjetividad para los eventos, y ésta sería la condición a ser satisfecha por ciertas disciplinas dentro del campo de las ciencias humanas o sociales. Para que este último requisito en sentido débil sea aceptado deberíamos agregar la exigencia de que tales datos sólo sean empleados para la inducción o sugestión de teorías y leyes, en el contexto de descubrimiento, pero a su vez la puesta a prueba de las teorías así obtenidas debería someterse, en el contexto de justificación, a requisitos de tipo conductista, fuertes. Naturalmente ésta es una opinión del autor y el problema no queda resuelto simplemente porque lo hayamos planteado.

Controversias

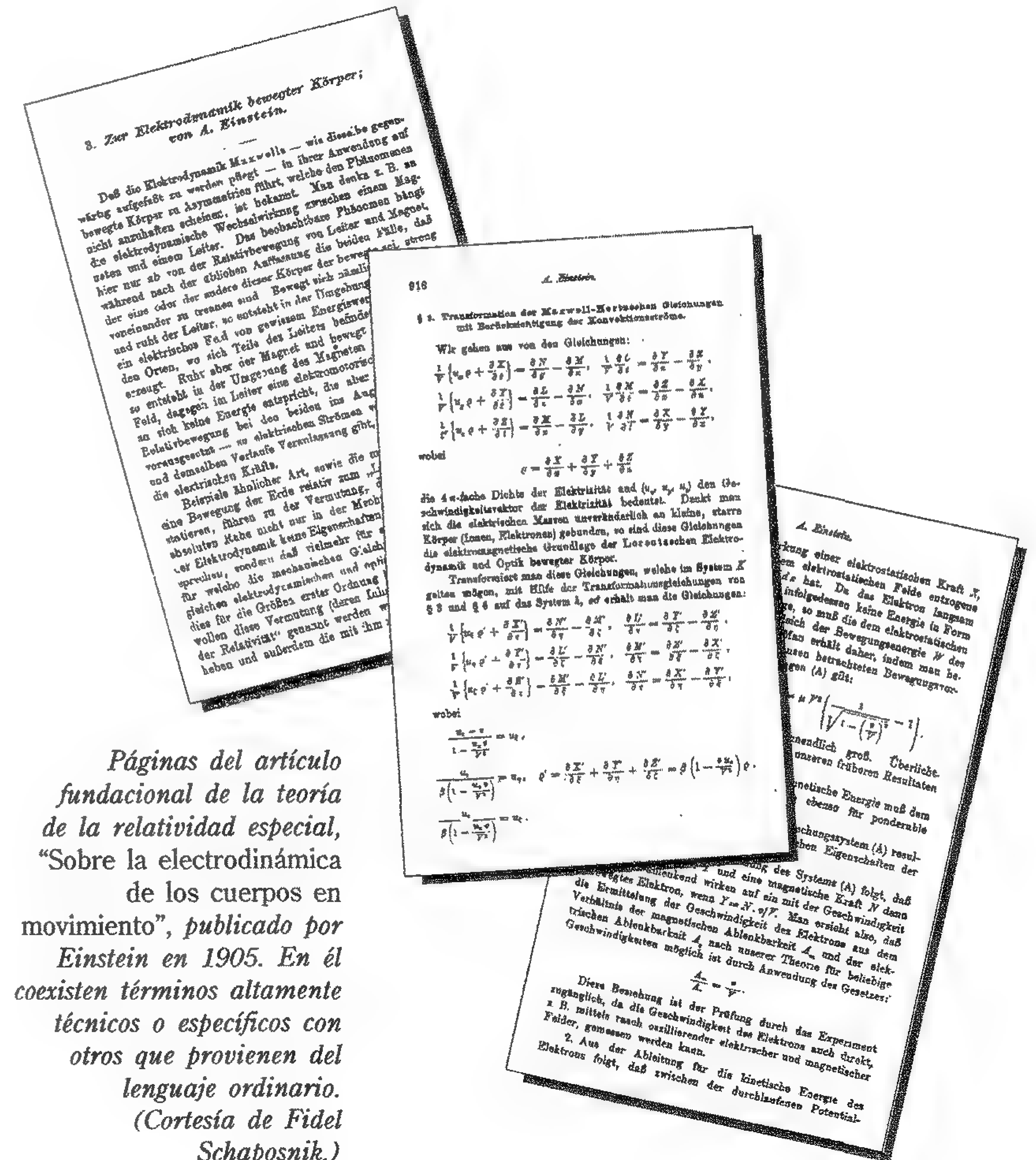
La distinción entre objetos directos e indirectos presentada al comienzo de este capítulo, como ya hemos señalado, no es aceptada por todos los epistemólogos. Pero en realidad la disputa se halla relacionada no tanto con una distinción ontológica acerca de objetos sino con la que corresponde en el plano lingüístico, de la que hablaremos en detalle más adelante. Gira en torno a la cuestión de si hay términos empíricos u observables y teóricos, nítidamente diferenciados según el tipo de entidades a las cuales dichos términos hacen referencia. La crítica apunta a negar una afirmación que hemos realizado anteriormente: la de que tomar un dato, desde el punto de vista epistemológico, implica la no existencia de presupuestos teóricos. Esto es totalmente imposible, se argumenta, pues no hay dato que no tenga contaminación teórica o presupuestos tácitos y, por consiguiente, todo dato se obtiene por la mediación de teorías. Dicho de otro modo: no habría dato independiente anterior a las teorías. La cuestión se vincula con un problema que hemos mencionado ya someramen-

e, el de si existe o no una base empírica filosófica indubitable, porque allí comienza a construcción por "capas de cebolla" de bases empíricas metodológicas sucesivanente ampliadas. Es probable que, en un sentido práctico, toda vez que consideranos un objeto haya alguna teoría presupuesta y oculta con auxilio de la cual lo con:eptuamos. De ser así, la crítica mencionada tendría validez. Pero de todas maneras :onviene hacer una distinción. No es lo mismo afirmar que para tomar un dato debanos presuponer alguna teoría, lo cual es muy probable, que afirmar que dicha teoría ıa de ser siempre una teoría científica.

Es verdad que en el lenguaje cotidiano hay muchos presupuestos teóricos. No o negamos. Pero no es tan claro que en todo lo que tomamos con el auxilio del len;uaje ordinario haya, ocultas, teorías científicas. El epistemólogo Thomas Kuhn, en ;u influyente libro *La estructura de las revoluciones científicas*, de 1962, aduce que :n el lenguaje cotidiano hay algo así como fósiles de muchas teorías científicas, ue en un principio se hallaban apartadas de él pero que poco a poco, con el tiem›o, se fueron incorporando. Quizás algo de lo que decimos actualmente sobre fuerza › energía en el lenguaje ordinario provenga de lentas infiltraciones de la teoría de Jewton o de la ciencia del siglo XIX. Algunos locutores de radio y televisión hablan odavía de que sus programas se difunden por el éter. No obstante creemos que, en a descripción del contexto habitual que nos rodea en la vida cotidiana, nuestro len;uaje utiliza poco o nada tales fósiles de teorías científicas. Se puede admitir que ha'a un contenido teórico en el lenguaje ordinario y en nuestra manera de concebir la ›ase empírica epistemológica, pues ya hemos dicho que ésta se modifica a medida ue la historia transcurre y la cultura evoluciona. Pero ello no invalida nuestra preensión, ligada a la epistemología, de discutir si es posible fundamentar todas las teoías científicas. En este sentido, el control de las mismas se realiza a través de elenentos culturalizados por el lenguaje cotidiano, pero sometemos a control la ciencia :n la medida en que ésta puede explicar, hacer predicciones y dar cuenta de las re;ularidades y fenómenos que en la vida cotidiana ya hemos captado. Cuando se men:ionan a la vez, como en el título de un célebre libro de Conant, la ciencia y el senido común, se quiere hacer notar la fuerte presencia de éste en la ciencia con el sigiificado de que la base empírica, que provoca los problemas, que controla, que obli;a a construir explicaciones y acerca de la cual queremos hacer predicciones, no esá contaminada por teorías científicas presupuestas.

En determinados momentos de la historia de la ciencia acontece que la comuıidad humana en general y la científica en particular dan como formando parte lel acervo cultural a una serie de teorías científicas, y entonces el problema que se ›resenta es el control de todo lo nuevo que se ofrece a la luz de ese momento peculiar de la cultura. Aquí es la base empírica metodológica la que se transformará en ıez de las novedades. Pero en la controversia acerca de si es lícita o no la diferen:ia entre base empírica y zona teórica, si el argumento es el llamado "de la carga teóica" de toda observación, parece importante distinguir entre carga teórica en un senido absoluto ligado al lenguaje ordinario y carga teórica de tipo científico, y entones creemos que la objeción no tiene el peso que frecuentemente se le atribuye. Tenremos que volver sobre el tema en ocasión de abordar las cuestiones lingüísticas inculadas con la ciencia.

3 El vocabulario de la ciencia



Páginas del artículo fundacional de la teoría de la relatividad especial, "Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento", *publicado por Einstein en 1905. En él coexisten términos altamente técnicos o específicos con otros que provienen del lenguaje ordinario. (Cortesía de Fidel Schaposnik.)*

Términos

Hemos señalado ya que la actividad científica cristaliza y se comunica por medio del lenguaje, a través de clases, conversaciones, libros de texto, artículos y memorias. Por consiguiente, resulta una tarea indispensable analizar el modo de operar del lenguaje y comprender en qué medida éste es un instrumento fiable para transmitir informaciones.

Analizaremos en primer lugar el vocabulario utilizado por los científicos cuando comunican sus descubrimientos o construyen sus teorías. Encontramos palabras, algunas de las cuales parecen referirse a objetos o entidades estudiadas y analizadas por la disciplina o la teoría. No siempre se trata de palabras simples, sino de combinaciones de palabras o expresiones que, de todos modos, tienen la misión de referirse a alguna entidad. Siguiendo una vieja tradición de los lógicos, denominaremos *términos* a las palabras o expresiones cuya misión es aludir a entidades o, por lo menos, permitirnos construir afirmaciones o enunciados científicos.

Una primera distinción respecto de los términos que se utilizan en una disciplina o teoría es que sean presupuestos o específicos. Un término es *presupuesto*, según el análisis que vamos a efectuar, si proviene del lenguaje ordinario, o bien de una disciplina o teoría ya admitida y empleada por el científico. En los textos usuales, la mayoría de los términos pertenece a esta categoría. Su uso ya se conoce y, si se quiere hablar de sentido y significado, éstos han quedado establecidos antes de que se iniciara la investigación con la teoría que desea evaluar el epistemólogo o desarrollar el metodólogo. Pero hay también otra clase de términos, a los que llamaremos *específicos* o *técnicos*, introducidos por la teoría o bien ya existentes pero a los cuales se los ha privado del significado primigenio y se les ha dado, convencionalmente, un significado nuevo. Esto ocurre, por ejemplo, cuando en la teoría atómica y en la mecánica cuántica aparecen palabras como *spin* que, si bien pertenece a la lengua inglesa, pasa a caracterizar cierto tipo de estado ligado a las partículas elementales y, por tanto, adquiere un significado que antes no poseía.

Términos presupuestos

Consideremos los términos presupuestos. Es importante saber de dónde se toman y con qué sentido se los emplea. Podría creerse, en primera instancia, que si un término es utilizado como presupuesto, por el solo hecho de que ya había sido usado previamente queda determinado su significado. Pero aquí conviene hacer una aclaración importante. Si el término es recogido del lenguaje ordinario, aparte de cuestiones de vaguedad, se presenta el fenómeno de la polisemia. Una palabra puede tener distintos sentidos en el lenguaje ordinario y conviene, si es posible, decir cuál es el que se está adoptando en la discusión. Si el término se toma de una teoría anterior, es posible, según veremos más adelante, que sea ella la que determina el sentido de sus términos específicos; en este caso conviene indicar, con mucha precisión, no solamente cuál es el término que vamos a emplear, sino también de qué teoría se lo ha extraído. Por ejemplo, muchos epistemólogos y físicos contemporáneos, recono-

ciendo que palabras como "fuerza y "masa" se utilizan tanto en la teoría mecánica newtoniana como en la teoría de la relatividad, piensan que el sentido que poseen dichos términos no es similar en ambas. Por consiguiente, en una investigación o en la edificación de una teoría que pretenda resolver algún problema especial, si hemos de utilizar palabras como "fuerza" y "masa", conviene precisar de manera no ambigua si se la emplea en sentido newtoniano o si la extraemos del contexto de la teoría de Einstein.

No podemos obviar esta precaución, pues concierne a la investigación o a la edificación de la teoría, como lo puede probar un ejemplo. Se trata de una investigación que hicieron sociólogos norteamericanos con el objeto de demostrar, mediante técnicas principalmente estadísticas, que la incidencia de neurosis en la población negra de los Estados Unidos es mayor en las ciudades que en las zonas rurales. Esta hipótesis no es intuitivamente evidente: se podría pensar que las zonas rurales son más "incultas" que las urbanas y, por consiguiente, más prejuiciosas con relación a la población de color. Las tensiones y conflictos en el seno de la población rural serían por tanto más intensas y originarían neurosis en mayor proporción que en las ciudades. Sin embargo, la investigación pretendía demostrar que ocurre precisamente lo contrario. No interesa aquí la conclusión del trabajo, pero sí preguntarnos de qué trata el discurso que se emplea en una investigación como ésta. En él aparecen tres expresiones clave: población negra, zona rural (y urbana), y neurosis. Es evidente que los significados tienen que ser precisados porque de otro modo no sabremos de qué se está hablando. ¿Qué significa "población negra"? ¿Que sus miembros poseen un cierto número de los genes que según algunos biólogos determinan la presencia o no de melanina en la piel? ¿O simplemente se hace referencia, sin aludir a la genética, al aspecto y coloración de la piel de un individuo? En el caso de esta investigación corresponde suponer que se ha empleado el segundo significado, porque la causa del conflicto y del prejuicio se vincula con el aspecto exterior de la persona y no con su genoma. Habría que indicarlo. Mucho más complicada parece la distinción entre región urbana y región rural. Los urbanistas, arquitectos y demógrafos no están de acuerdo acerca de cómo han de definirse. ¿Se tendrá en cuenta la densidad de población o el modo de edificación? ¿O bien, como lo ha sugerido el arquitecto argentino César Vapñarsky, se dirá que una ciudad es un ámbito en el que ingresan por la mañana más personas que las que egresan? No está del todo claro. ¿En qué punto de los alrededores de General Rodríguez finaliza la zona urbana y comienza la zona rural? Por si esto fuera poco, en el discurso de la investigación aparece la palabra neurosis, cuyo significado cambió muchas veces en la historia de la psiquiatría y aún hoy varía de manera pronunciada según qué teoría psiquiátrica o psicoanalítica se adopte. No tiene el mismo sentido en Freud, en Lacan o en Melanie Klein. Es muy probable que los autores de la investigación, por haber sido realizada en los EE.UU., hayan tomado la palabra "neurosis" de la teoría de Heinz Hartmann, pero ello no se especifica. En síntesis, no se entiende bien en qué consistió la investigación, qué parámetros se emplearon para realizarla o quién sufrió las consecuencias de un prejuicio y desarrolló neurosis. Esto muestra claramente que en la investigación intervinieron términos presupuestos, como "neurosis", "zona urbana" y "población de color", a los que no se puede tomar graciosamente como si tuvieran

un significado evidente y todo consistiera en discurrir, por observación, ante muestras de poblaciones, y decidir entre quiénes sufren tal tipo de afección psicológica y quiénes no. Es necesario previamente conocer la fuente precisa de donde se han extraído los términos.

Advirtamos que ésta no es una cuestión de mero interés epistemológico o metodológico, pues, por el contrario, adquiere gran relevancia desde el punto de vista de la convivencia institucional de los ciudadanos y de quienes se ocupan del destino de una sociedad. En las discusiones de carácter político, enfocadas desde un ángulo teórico o bien dirigidas a resolver problemas que afectan a los habitantes de un país, se emplean términos presupuestos que provienen del lenguaje ordinario: democracia, justicia, igualdad. La tarea que hemos sugerido a propósito de los términos presupuestos, de hecho, no se ha llevado a cabo, y deja por consiguiente sumidas en la mayor vaguedad e incertidumbre las fuentes de la justificación de lo que se está afirmando. Por tanto, el consejo de iniciar siempre las discusiones rescatando significados y precisando definiciones es atingente a la discusión de cuestiones que, como en este caso, pueden afectar el porvenir de una comunidad.

Términos presupuestos lógicos

Respecto de los términos presupuestos conviene hacer una distinción muy útil, a su vez, entre tres tipos principales. El primero es el de los términos lógicos. Aquí figuran palabras o grupos de vocablos cuya misión principal es ayudar sintácticamente a formar la frase y, en cierto modo, a comprender con qué alcance e intención informativa se emplea el enunciado. No es lo mismo decir "Todos los hombres son mortales" que "Algunos hombres son mortales". Es evidente que el primero de los enunciados proporciona, de ser verdadero, una información más fuerte que la más humilde expresada en la segunda. Pero las palabras "todos" y "algunos" no aluden a entidades u objetos en estudio, observación y análisis. "Todos" y "algunos" permiten formar los llamados, respectivamente, enunciados universales y existenciales. Lo hacen de tal manera que, según cuál sea la palabra que se emplee, la proposición resultará más fuerte, más abarcativa o más pretenciosa.

Hay muchas especies de palabras lógicas. En la lógica contemporánea se distinguen los *conectivos*, que sirven para enlazar enunciados y formar otros nuevos, más complejos, como la conjunción "y" que permite hacer afirmaciones del tipo "Truena y llueve". La disyunción "o" permite decir algo más débil, "Truena o llueve". Un conectivo puede estar formado por más de una palabra, como en el caso de "si... entonces", que permite construir expresiones condicionales del tipo "Si truena, entonces llueve". En el capítulo anterior mencionamos otro conectivo, "si y sólo si", y recientemente hemos empleado los llamados cuantificadores "todos" y "algunos", a los que podríamos agregar "ninguno". Y no habría que olvidarse de una antigua e intrigante aunque muy útil partícula, "es", que permite construir predicaciones. La palabra "no" también forma parte del listado, y la enumeración podría proseguir mucho más allá. Las palabras lógicas son términos presupuestos que usualmente provienen del lenguaje ordinario, y su empleo es el que quiere esclarecer la disciplina denomi-

ıada *lógica*, que establece los criterios formales del uso de estas partículas, pero ambién el exacto sentido de las frases o enunciados que las utilizan.

Es evidente que, aunque todos aprendemos con nuestra capacidad lingüística a :mplear estas palabras lógicas, ellas involucran algo así como una teoría oculta acer:a de su uso, que queda expuesta de modo explícito en el marco de la lógica y es)ecialmente de uno de sus aspectos más importantes, la lógica formal. Desde ya polemos adelantar que la corrección de los razonamientos y deducciones que tendrenos que emplear para dar forma sistemática al conocimiento científico depende en ;ran manera de las propiedades de estos términos. Por otra parte, el vocabulario ló;ico es común para todas las disciplinas. Podemos investigar en física, psicología, :conomía o sociología, pero en todos los casos emplearemos la palabra "todos" para :onstruir afirmaciones de alcance universal o "no" para construir negaciones. En tal ;entido, el aspecto lógico del lenguaje ordinario y también, por iguales razones, la ló;ica, parecen ser presupuestos explícitos o implícitos para ordenar, expresar y sistenatizar el conocimiento científico.

En la actualidad, hay sin embargo cierta divergencia a propósito de la afirmación ınterior, es decir, que la lógica sea una disciplina presupuesta por todas las demás. Hay epistemólogos, por ejemplo los seguidores de Louis Althusser y otros, que con;ideran que las propiedades lógicas de este tipo de vocabulario se vinculan con el ema que estemos investigando. Las propiedades que conciernen a estos términos ;erían dependientes de que nos ocupemos de física (y aun dentro de la física, de necánica newtoniana o de mecánica cuántica) o bien de psicología o sociología. La ógica sería subsidiaria del ámbito temático que se investiga y, siendo así, sería per:ectamente posible aducir que habría tantas lógicas como teorías o disciplinas pre;entes en el campo total de la ciencia. Esto no corresponde a la tradición (especialnente a la aristotélica) y son muchas las razones, que no discutiremos aquí, para pensar que, como lo mostraría el análisis de muchos tipos de discurso científico, la ıdea de que este vocabulario es invariante con respecto a las distintas temáticas científicas parece acertada. Por lo cual, por el momento, aceptaremos esta idea como un presupuesto en las discusiones siguientes; y ello, como se verá, es en parte responsable de que se pueda concebir una epistemología básica común a todas las disciplinas (y, hasta cierto punto, también una metodología). Una vez más, todo esto debe ser aceptado con precauciones. Los problemas que genera la mecánica cuántica están llevando a muchos físicos y epistemólogos de la física a pensar que precisamente allí se encuentra uno de los ejemplos más importantes para creer que quizá, por diversas razones, la lógica que nosotros empleamos en la matemática ordinaria no coincide con la requerida para estudiar las consecuencias del principio de indeterminación y otros tópicos conexos de esta particular disciplina.

Términos presupuestos designativos

Todo término que no tenga la función de ayudar a formar enunciados está presente porque tiene una función referencial, es decir, sirve para aludir a algún tipo de entidad: un objeto, una cualidad, una propiedad, una relación, una operación matemática.

En síntesis, un término es ***designativo*** o ***referencial*** si tiene la función de aludir a una entidad, que llamaremos su designación. Aclaremos, sin embargo, siguiendo una idea del lingüista y psicólogo norteamericano Charles Morris, que la función referencial puede, en cierto modo, fallar. La palabra pretende representar, pero quizá no exista ninguna entidad que corresponda a sus condiciones significativas. En la literatura mitológica, por ejemplo, hallamos la palabra "Pegaso". Ésta tiene una designación, en el sentido de que ante cualquier objeto podríamos decidir si merece o no el nombre de Pegaso; tendría que tratarse de un gran animal alado cuyo cuerpo fuese el de un caballo. Probablemente, en el mundo real no encontremos tal cosa, y según la denominación de Morris diríamos que a "Pegaso" le falta denotación. La designación parece ser más bien la pretensión de denotar, pero la denotación sería el éxito de esta pretensión. A diferencia de "Pegaso", "Sócrates" tiene designación y además denotación. De las palabras cuya función representativa alude más bien a propiedades o relaciones no es costumbre, especialmente entre los lingüistas y filósofos tradicionales, hablar de designación; en tal caso suele decirse que la palabra o el término ***expresan*** la propiedad o la relación. De cualquier manera, estamos en presencia de lo que los semióticos denominan una función semántica, pues se relacionan elementos lingüísticos con elementos extralingüísticos. Aquí la misión principal del término, aunque no la única, es realmente la referencia, la alusión. Y aquello que es aludido es externo al lenguaje, ya se trate de un pensamiento o bien realmente de un objeto, tanto abstracto como concreto. Por el contrario, la función principal de los términos lógicos es sintáctica, en el sentido de que nos permiten combinar los términos lingüísticos para formar frases o enunciados.

Hemos hallado entre los términos presupuestos aquellos que no son designativos o representacionales, los términos lógicos. Pero también existen términos presupuestos designativos. Algunos provienen del lenguaje ordinario; palabras como "rojo", "frío" o "luminoso" tienen su sentido* en las conversaciones usuales y aun científicas, como las tenía para Newton cuando realizaba sus primeras experiencias ópticas. Aprendemos su sentido con el uso del lenguaje ordinario, pues no hay teorías científicas presupuestas de donde se lo pudiera obtener. Esto es importante porque el uso de estas palabras vincula, de una manera a veces indisoluble, el lenguaje de las teorías científicas con el lenguaje ordinario. Como veremos luego, las teorías científicas introducen con mucha frecuencia un vocabulario específico o técnico para expresar nuevas ideas teóricas, pero, en principio, es inevitable que en la descripción de las experiencias que querrá explicar o que servirán para construirla, muchos elementos de esa descripción serán aludidos por el vocabulario del lenguaje ordinario. Newton no podía dejar de emplear palabras como "violeta", "azul", "verde", "amarillo", "anaranjado" y "rojo" en su descripción del espectro luminoso, y todos hemos entendido su descripción, e incluso algunos de sus análisis rigurosos, pues hemos comprendido a qué estaba aludiendo cuando empleaba esas palabras. Naturalmente, este tipo de términos, que vamos a denominar ***términos presupuestos designativos ordinarios***, plantean el problema de cuál es su exacta referencia. Aquí aparecen algunas complicaciones,

* En este párrafo, la palabra ***sentido*** (al igual que ***referencia***) alude a la designación, y no al hecho de que sea captada la información proporcionada por el enunciado en el que figura el término.

una de las cuales es que quizá no tengan significado exacto, es decir, que estén contaminados por cierta vaguedad intrínseca, lo cual puede complicar la exactitud de la investigación científica. Por otra parte, la necesidad de emplear esta clase de términos designativos muestra que el análisis del lenguaje ordinario no es una tarea angelical de filósofos analíticos y de lingüistas que viven en el limbo, pues repercute sobre los alcances de la investigación científica.

No es inoportuno, en este punto, señalar una interesante investigación que cita John Lyons en su libro *Introducción al análisis lingüístico*. Allí se consideran distintos lenguajes y se construye, para cada uno de ellos y por medios empíricos, un "espectro lingüístico", configurado por bandas dentro de las cuales el público que habla determinada lengua aplica, por ejemplo, la palabra "azul" o bien la palabra "violeta". Se comprueba que la conducta lingüística no es la misma en ruso, en inglés, en francés o en castellano. Los espectros resultan diferentes y esto plantea algunos problemas, que no son demasiado complicados porque la clasificación de los colores puede muy bien ser reemplazada por informaciones sobre longitudes de onda. Pero si desde un punto de vista epistemológico el vocabulario ordinario es inevitable para las operaciones de contrastación y control de las primeras teorías científicas surgidas en alguna disciplina, entonces se presenta aquí una dificultad para la aplicación del método científico. Distinguiremos más adelante entre términos teóricos y términos empíricos, y entonces veremos que, aunque no todo término empírico (referido a la experiencia) tiene por qué ser un término ordinario, gran parte de ellos lo son. Esto tendrá, en razón de lo que acabamos de discutir, sus repercusiones metodológicas. Al igual que en el caso del vocabulario lógico, ciertos epistemólogos ven aquí una dificultad que habría que evitar antes que tolerar. Precisamente Althusser y sus seguidores han concluido de esta dificultad la necesidad de abandonar el lenguaje ordinario, un lenguaje cambiante, impreciso, vago y cargado de deformaciones valorativas e ideológicas. De acuerdo con ellos, la definición de ciencia estaría vinculada al empleo de un lenguaje riguroso y un tanto solemne, no ambiguo, construido en forma totalmente artificial y que se ha de aprender con independencia del aprendizaje del lenguaje ordinario. Sería como si alguien, siendo hispanoparlante, tuviera que aprender inglés, pero de una manera un tanto brusca, o sea, enfrentándose con angloparlantes que no hablan castellano. No es claro que semejante estrategia sea posible. Si se toman ejemplos de casi todas las teorías científicas que se encuentran en los textos, resulta que la combinación del vocabulario específico y de los recursos formales propios de cada teoría va siempre unida a cierto empleo del lenguaje ordinario y, en particular, de términos designativos ordinarios.

Dijimos que hay otro tipo de términos designativos presupuestos y nos referimos al caso, antes aludido en el ejemplo de las neurosis de la población negra, en que se utilizan términos extraídos no del lenguaje ordinario, sino de determinadas disciplinas o teorías científicas. Señalamos también que ante esta situación lo que corresponde es indicar de qué teoría se los extrae. Una palabra puede ser utilizada por distintas teorías, pero eso no garantiza que su significado sea el mismo en todas ellas, como indicamos a propósito de "fuerza" y "masa" en las teorías de Newton y de Einstein. De todos modos, es frecuente e inevitable que, en investigaciones realizadas en el seno de una disciplina, aparezcan constantemente tales *términos presupuestos designativos científicos*. No se puede discutir sobre ciertas cuestiones de biología o fisiología, por ejemplo, sin emplear palabras que provienen de la física y de la química.

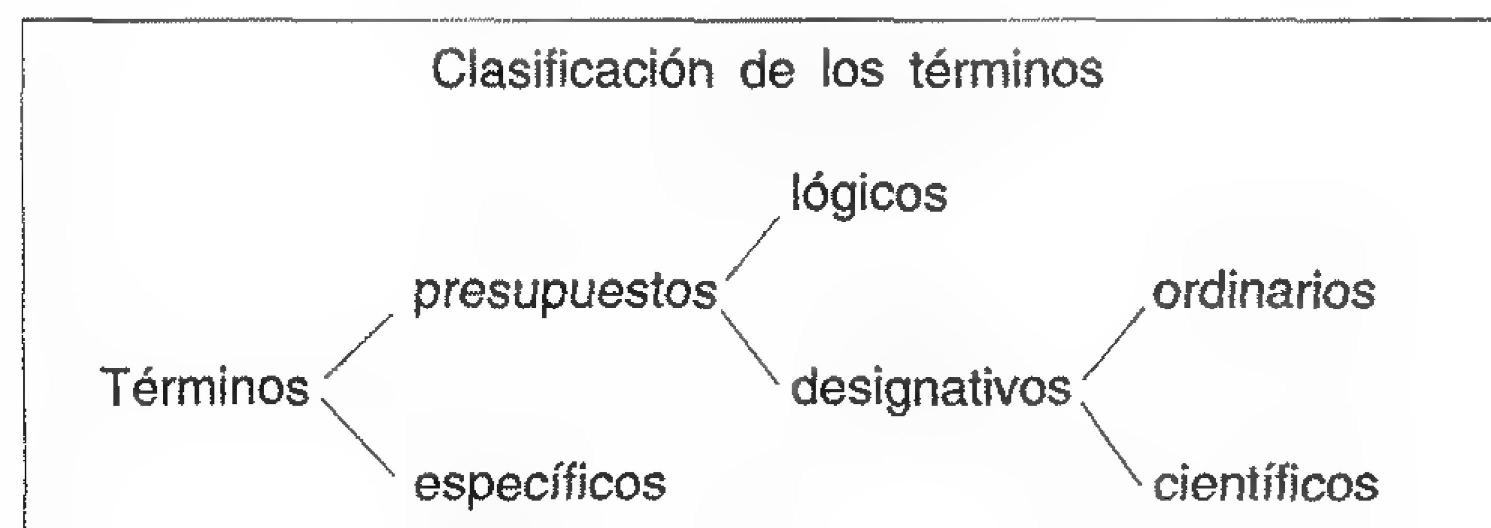
Términos específicos

Acabamos de discutir las características y la importancia metodológica de los términos presupuestos, pero esto no oculta la importancia y la peculiar función que, en la construcción de ciertas disciplinas y teorías, tienen los términos específicos. En el transcurso de ciertas investigaciones científicas, y en particular cuando se introducen nuevas teorías revolucionarias, se emplean ideas que no tienen precedente histórico al momento en que surgen, y para ello es necesario introducir un vocabulario especial, específico de la disciplina o la teoría. Los términos específicos tendrán que adquirir su significado mediante definiciones o procedimientos peculiares que nos permitan entender de qué estamos hablando cuando los empleamos. No siempre se trata de una palabra nueva, pues se puede emplear de una manera diferente un término que anteriormente se utilizaba con un sentido distinto o impreciso. A un matemático se le ocurrió en el siglo pasado denominar "grupo" a un cierto tipo de álgebra, y sus trabajos llevaron finalmente a crear un capítulo muy importante de la matemática, la llamada "teoría de los grupos". Pero sería equivocado pensar que la palabra se está usando aquí con el sentido habitual de "conjunto", y especialmente "conjunto de personas". Conviene siempre advertir cuándo una palabra es utilizada con un sentido nuevo. Muchos son los psiquiatras y psicólogos que adquirieron para su biblioteca el famoso libro *Teoría de los grupos*, de Alexandroff, pues creyeron que trataba acerca de los grupos terapéuticos, problema de un orden totalmente diferente. Es evidente que cuando la palabra "trabajo" es utilizada por los físicos, con referencia al producto de una fuerza por una distancia, no están empleando el sentido vago aunque importante de la palabra en el lenguaje ordinario. Es cierto que en éste la palabra "trabajo" es tan imprecisa que su utilización en una teoría científica es casi imposible. Está ligada a nociones tales como "tarea", "obligación", "cansancio" o "maldición bíblica", pero no se puede construir una teoría con procedimientos mensurables utilizando semejantes conceptos. ¿Por qué los físicos decidieron llamar "trabajo" a su nuevo concepto? Porque hay alguna analogía parcial, aunque no total, con el antiguo y cotidiano. De cualquier manera no hay que confundirlos. Para la ciencia de la mecánica, el sentido nuevo es muy útil, pero esto no quiere decir que haya que abandonar el antiguo. Es imposible luchar por reivindicaciones laborales y sociales utilizando el significado que a la palabra le dan los físicos.

Se plantea entonces el problema acerca de los procedimientos lógicos que garantizan que el vocabulario específico técnico posea significado. Podríamos requerir de los términos específicos que se los definiera, pero no sabemos todavía si la definición es un tipo único de operación o hay varias maneras de definir. Tampoco sabemos si es posible o no que a veces, como suelen decir ciertos epistemólogos y también estructuralistas, el sentido de un término se adquiere contextualmente por su empleo en el marco de una teoría científica. Conviene por el momento sólo distinguir claramente entre los términos específicos de una teoría y los presupuestos, por-

que los problemas metodológicos que originan en cuanto a su significado son muy distintos. Antes mencionamos la opinión de Althusser y sus seguidores de que es necesario construir un lenguaje científico que reemplace por completo al lenguaje ordinario. Ahora lo podemos decir de otro modo: el lenguaje a ser empleado por un científico debería transformar todos sus términos, incluso los lógicos, en términos específicos o técnicos, porque los términos del lenguaje cotidiano, por las razones antes aludidas, serían inadecuados y quedarían prohibidos. Esto ha llevado a dichos epistemólogos a una manera de hablar un tanto curiosa. La palabra que se extrae del lenguaje ordinario se ha transformado, en su peculiar jerga, en término *ideológico*. Tal sería la naturaleza de la contaminación del sentido de las palabras del lenguaje ordinario por influencia de la ideología de sus usuarios. Por tanto, decir que se emplea un término ideológicamente equivale a decir que se lo utiliza tal como proviene del lenguaje usual; decir que se lo utiliza científicamente, en cambio, es hacer referencia a una teoría o a un lenguaje científico en que todos los términos son específicos.

No es forzoso que todo término específico sea designativo. Si bien es verdad que en general los términos específicos se emplean designativamente, ocurre que ciertos términos científicos no pretenden designar, sino ser usados en contextos. Lo que importa es saber cómo construir con su auxilio oraciones que puedan ser útiles para expresar conocimientos. Muchos términos específicos serían entonces auxiliares, sin llegar por ello a constituirse en términos lógicos. Esta situación es especialmente señalada por cierto tipo de epistemólogos que vamos a denominar "instrumentalistas", de quienes hablaremos con más detalle cuando discutamos el problema de los términos teóricos. Por ahora nos limitamos a señalar que una nomenclatura introducida en una disciplina o teoría como término técnico puede no tener la pretensión de designar, sino la de ayudarnos a formar expresiones complejas que permitan describir un estado de cosas, observable o no.



Términos empíricos y teóricos

La distinción entre términos empíricos y teóricos de una disciplina científica o de una teoría puede, en principio, ser presentada de la siguiente manera: los términos empíricos designan objetos o entidades de la base empírica y los teóricos designan objetos o entidades de la zona teórica. Para aceptar esta distinción es necesario previamente haber adoptado la ya hecha en el capítulo anterior entre objetos o entidades empíricas y objetos o entidades teóricas. Pero acerca de la naturaleza de los términos teóricos no existe unanimidad entre los epistemólogos. Si se toman los términos teóricos como designativos, la definición que acabamos de dar sería aplicable, pero los instrumentalistas, a quienes ya nos hemos referido, piensan que muchos términos teóricos no son designativos, a pesar de ser específicos y aun siendo términos que provienen del lenguaje ordinario, por lo cual sería preferible establecer la distinción de esta otra manera: los términos teóricos son aquellos que no son ni empíricos ni lógicos.

Acerca del uso del vocablo "teórico" aplicado a los términos de esta manera, confesamos que, si bien se halla muy difundido en los ámbitos anglosajones, tenemos poca inclinación a utilizarlo. Lo haremos, sin embargo, precisamente porque se lo emplea con frecuencia. También conviene aclarar que entre algunos epistemólogos la palabra "teórico" es utilizada de manera diferente. Althusser, por ejemplo, emplea "teórico" para lo que nosotros hemos llamado "específico" y, en algún pasaje de su obra en el que discute la dificultad terminológica, señala con temor que los términos teóricos podrían ser clasificados en empíricos y teóricos (!), lo cual, evidentemente, introduce una polisemia que causa confusión. Preferimos, de ahora en adelante, utilizar "específico" para este uso althusseriano de "teórico" que acabamos de mencionar y reservar la palabra "teórico" para lo que se contrapone a "empírico". Como ya hicimos notar, Althusser opondría "teórico" (lo que nosotros hemos llamado "específico"), a "ordinario", o sea lo que proviene del lenguaje común o ideológico, como él lo llama. Para nosotros, "teórico" se opone a "empírico" y, cuando empleemos la palabra sin mayor aclaración, éste es el sentido que le daremos.

En la literatura anglosajona, y especialmente entre los conductistas norteamericanos, debido a su peculiar interpretación de los términos teóricos, a la que nos vamos a referir más adelante, aparece la palabra "constructo" (del inglés *construct*), para insinuar que un término teórico es en realidad una construcción basada en elementos objetivos, como pueden ser la conducta manifiesta de las personas u otros aspectos puramente empíricos. Esta concepción es una más entre tantas y, por consiguiente, pese a que dicha palabra tiene cierta difusión, no la adoptaremos, porque lleva implícita una posición epistemológica entre muchas otras posibles, amén de poseer desagradables asociaciones de carácter digestivo.

Los enunciados científicos

Página manuscrita de los Diálogos sobre dos nuevas ciencias *(1642) de Galileo. El autor conjetura un modelo de la realidad para estudiar el comportamiento de los proyectiles y muestra, en particular, que dos proyectiles lanzados con ángulos de tiro complementarios tendrán el mismo alcance.*

Enunciados e información científica

Los términos con los que se construye el lenguaje científico son algo así como los ladrillos fundamentales del pensamiento científico, pero no bastan para transmitir información o expresar conocimientos. Una palabra aislada, por ejemplo "azul", pese a lo útil que puede resultar para investigaciones acerca de la naturaleza de la luz o del color, o para caracterizar el aspecto de una flor o una solución química, no expresa ninguna información. Si un profesor entrara en el aula y dijera a sus alumnos "Azul", y luego permaneciera en silencio, ellos, un tanto estupefactos al comienzo, acabarían por preguntarle: "Azul, ¿qué?". La respuesta tendrá que ser un enunciado, una oración. Cierto es que, a veces, una palabra aislada puede expresar implícitamente un enunciado; por ejemplo, puede ser la contestación a una pregunta: "¿De qué color es el cielo?", y la respuesta "Azul" abrevia "El color del cielo es azul". Pero una palabra o un término aislados, cuando no abrevia un enunciado, no puede transmitir información, es decir, no es el medio adecuado para expresar un estado de cosas. Como ya señalamos, informaciones y conocimientos deben expresarse mediante oraciones declarativas, así llamadas para distinguirlas de las interrogativas y exclamativas, destinadas respectivamente a requerir informaciones o a expresar ciertos estados de ánimo. En síntesis, el conocimiento científico se proporciona mediante enunciados y ésta es la razón por la cual vamos a ocuparnos de estos elementos lingüísticos.

Enunciados empíricos básicos

Comencemos por analizar los diversos tipos de enunciados científicos, según las pretensiones que tiene quien los formula, acerca de los alcances de su información. Ésta puede ser singular o general, y puede referirse a la base empírica adoptada o bien ir más allá de lo observable. El caso más sencillo es el de los enunciados que llamaremos "enunciados de primer nivel" o "enunciados empíricos básicos". Aclaramos desde ya que la palabra "básico" no indica pretensión alguna de fundamentar la ciencia a partir de tales enunciados. Como veremos, el papel principal que desempeñan se refiere al control del conocimiento, más que a la edificación del mismo a partir de datos o informes. Un enunciado empírico básico se caracteriza por dos condiciones. La primera es que, además del vocabulario lógico, todos los términos que se emplean sean empíricos, sin importar que provengan del lenguaje ordinario, del lenguaje científico presupuesto o sean términos específicos de la teoría que se está analizando. En una palabra, el enunciado debe hablar exclusivamente de la base empírica epistemológica. Si se desea discutir acerca de alguna base empírica metodológica, en estos enunciados pueden figurar términos teóricos del lenguaje ordinario o de las teorías presupuestas, a condición de que nombren entidades de tal base. La segunda condición es que sean singulares o muestrales, con lo cual se quiere decir que se habla de una sola entidad o de un conjunto finito y accesible de ellas. Esto último es lo que los estadísticos suelen denominar una *muestra*, es decir, una colección de entidades o individuos cuyo número es lo suficientemente pequeño como pa-

ra que la observación pueda acceder a cada uno de ellos. Serían entonces enunciados empíricos básicos "Esta flor es azul", "Este animal tiene pelos", "Aquel animal tiene plumas", "La aguja de este dial coincide con la raya número diez de la escala", "El trozo de papel tornasol que estoy utilizando se volvió rojo", "El contenido de este tubo de ensayo está produciendo espuma", etcétera. También lo es el enunciado "El 75% de las personas que viven en este edificio son rubios" porque, aunque no es singular en el sentido de aquellos ejemplos (que se refieren a un solo individuo), expresa el resultado de una inspección directa sobre una muestra y un recuento, lo cual ofrece información agotable y controlable.

Por definición, una muestra es finita y accesible. Un conjunto de 70 trillones de piedras, por ejemplo, es finito pero no accesible: no es una muestra. Es cierto que la distinción entre lo accesible y lo no accesible es vaga y que esta vaguedad se transfiere a un enunciado a la hora de decidir si merece o no ser llamado enunciado empírico básico. Además, como ya hemos señalado, la noción de base empírica cambia con el tiempo de acuerdo con el desarrollo de nuestros medios técnicos de observación: la cara antiguamente invisible de la Luna ahora es visible desde naves espaciales y sólo actualmente se la puede considerar como parte de la base empírica. Pero suponemos que nuestro análisis se realiza en el marco de un determinado medio social y en una determinada etapa histórica, y que con relación a ese marco los científicos han decidido ya qué enunciados se consideran empíricos básicos y cuáles no. Se entiende que ambos requisitos, la singularidad y el carácter empírico de los términos, han sido aclarados previamente. Conviene señalar finalmente que las llamadas "combinaciones proposicionales de enunciados empíricos básicos" son también enunciados empíricos básicos. Si, por ejemplo, "Está lloviendo" y "Está tronando" son enunciados empíricos básicos, las combinaciones "Está tronando o está lloviendo" o bien "Está tronando y está lloviendo", también son enunciados empíricos básicos.

De acuerdo con lo que ya hemos dicho a propósito del requisito de efectividad para la base empírica, los enunciados empíricos básicos tienen la ventaja de que, mediante observaciones oportunas, puede dirimirse por sí o por no el problema de su verdad o falsedad. Naturalmente, puede haber impedimentos o perturbaciones que obstaculicen la observación (por ejemplo, sería imposible observar un eclipse si estuviese nublado) y en ese caso no podremos resolver el problema de la verdad o la falsedad del enunciado. Pero en principio, salvo en tales casos ocasionales, la verdad o falsedad de los enunciados empíricos básicos es decidible. Esto los hace muy importantes desde el punto de vista científico, porque, considerados como problema para el conocimiento, constituyen cuestiones resolubles. Desgraciadamente, la ciencia no puede tomar en cuenta únicamente este tipo de enunciados, precisamente por sus condiciones de singularidad, finitud y efectividad. Las leyes científicas tienen que ser expresadas mediante enunciados generales, no singulares, generalizaciones que abarcan una cantidad de casos que van más allá de las muestras y, por supuesto, mucho más allá de la singularidad de cada caso por separado. Como veremos enseguida, el caso de las generalizaciones no permite una decidibilidad efectiva en el mismo sentido que los enunciados empíricos básicos.

El registro de observaciones o los informes de experimentos en una investigación científica constituyen una lista de enunciados empíricos básicos, a condición de

que no incluyan aspectos interpretativos. Si un psicoanalista, por ejemplo, nos dice que su paciente no contestó a una pregunta o que formuló tal o cual objeción a una interpretación, su afirmación constituiría un enunciado empírico básico; pero no lo sería si dice "El superyó de este paciente lo está inhibiendo". En este caso, aunque el enunciado sea singular, se presupone una interpretación, que queda en evidencia por el uso del término teórico "superyó". En cierto modo, los enunciados empíricos básicos se emplean cuando hay que registrar o comunicar una casuística. A muchas disciplinas, en principio, les sería imposible ir más allá de este primer nivel de afirmaciones científicas porque, según ciertos epistemólogos, no estarían en condiciones de alcanzar las de segundo nivel, que expresan generalizaciones y que se utilizan para expresar las llamadas "leyes científicas". Éste sería el caso, según tradicionalmente se ha considerado, tanto de la historia como de la geografía, si bien en la actualidad se piensa que hay un nivel teórico mucho más frecuente de lo pensado en el desarrollo de estas disciplinas y, por tanto, no constituirían una mera colección de enunciados empíricos básicos. En particular, como los hechos de la historia se hallan en el pasado, parecería que sin inferencias y sin el auxilio de teorías las afirmaciones históricas no podrían siquiera ser puestas a prueba.

Generalizaciones y leyes empíricas

El segundo nivel de los enunciados científicos está constituido por las denominadas "generalizaciones empíricas". También éstas se caracterizan por dos condiciones. Al igual que en el caso de los enunciados empíricos básicos, el vocabulario de estos enunciados de segundo nivel es lógico y empírico, y por tanto el discurso atañe exclusivamente a la base empírica. No aparecen en ellos entidades inobservables, de carácter teórico. Pero la segunda condición establece la diferencia con los enunciados de primer nivel: ya no se trata ahora de afirmaciones singulares, sino de afirmaciones generales que establecen regularidades, uniformidades, en conjuntos tan amplios que no son directamente accesibles, como sí lo eran las muestras. Se habla acerca de conjuntos de entidades que, por su extensión, no se pueden agotar mediante observaciones singulares. En una palabra, se trata de enunciados empíricos generales, tales como "Todos los cuerpos se dilatan con el calor" o "El 25% de los habitantes de la Argentina son rubios". Denominaremos, cometiendo quizás un abuso del lenguaje, "leyes empíricas" a los enunciados empíricos generales aceptados por los científicos como conocimiento válido. En tal caso, entonces, estos enunciados merecen ser considerados leyes que expresan regularidades de la naturaleza, del comportamiento humano, de las sociedades y, en general, de la realidad. Por supuesto, la aceptación de tales enunciados por la comunidad científica implica que previamente han sido sometidos con éxito a determinadas pruebas o verificaciones que luego analizaremos.

Corresponde aquí hacer una aclaración en cuanto al uso de la palabra "ley". Hay dos acepciones principales de ella: la *ontológica*, que se refiere a las cosas o entidades, y la *lingüística*, vinculada a los enunciados o expresiones que utiliza el científico. En el primer sentido, una ley (o "ley natural") indica una regularidad presente en la

realidad misma. La caída de los cuerpos con igual aceleración, en determinadas circunstancias (en el vacío y en la superficie de la Tierra), es una ley en sentido ontológico: se refiere a lo que sucede con las cosas mismas. En sentido lingüístico, por el contrario, "ley" designa un enunciado que expresa, o pretende expresar, alguna regularidad natural. Podría decirse que una ley en sentido lingüístico es la expresión de una ley en sentido ontológico. En este libro, a menos que hagamos la correspondiente salvedad, adoptaremos para la palabra "ley" su acepción lingüística.

Aun así es necesario hacer algunas aclaraciones adicionales con relación al término *regularidad*. Se suele distinguir entre "generalizaciones accidentales" y "leyes naturales propiamente dichas". Imaginemos el siguiente ejemplo. Comprobamos que, por casualidad, todos los miembros de la comisión directiva de un determinado club de fútbol son calvos, lo cual da lugar a la siguiente afirmación general: "Si un ser humano es miembro de la comisión directiva de ese club, entonces es calvo". Es cierto que esta generalización proviene de una enumeración: inspeccionado cada integrante de la comisión, resultó ser calvo. Pero en principio la afirmación general expresa una regularidad, aunque nadie diría que ésta es una ley natural sino el producto de una simple casualidad. (No se trataría de una casualidad si se pudiera mostrar que necesariamente es así, porque ese club, por sus características, provoca tantos dolores de cabeza que los miembros de la comisión directiva, de mesarse constantemente los cabellos acaban finalmente por quedarse calvos). ¿Cómo discriminar entonces entre leyes naturales y generalizaciones accidentales? Para que se pueda hablar de ley natural deberían cumplirse ciertos requisitos, por ejemplo que ha de ser necesaria y no casual, es decir, que lo descrito por ella debe acontecer forzosamente así y no de otra manera. Lamentablemente, los muchos intentos que se han realizado para precisar tales requisitos han tropezado con muy serias dificultades. Desde nuestro punto de vista, la propuesta de hipótesis y teorías puede responder tanto al propósito de expresar leyes naturales (de características "más necesarias") como generalizaciones accidentales y, por tanto, nos permitiremos utilizar la palabra "ley" en sentido amplio, es decir, como sinónimo de generalización o regularidad.

Generalizaciones universales

Hay muchas clases de generalizaciones. Los enunciados generales obligan a recorrer toda una población o un género, sin excepción. Pero cuando se habla de leyes, tradicionalmente se presupone que se trata de generalizaciones *universales*, enunciados que afirman algo para cada uno de los miembros de un conjunto o una población sin excepción alguna. "Todos los hombres son mortales" es una generalización universal, pues lo que se quiere decir es que para cada caso de ser humano, sin excepción, se hallará su condición de mortalidad. Si decimos que todo cuerpo en la superficie de la Tierra y en el vacío cae con la aceleración de 10 m/seg^2, hacemos una afirmación válida para todo cuerpo, sin que haya ningún caso a manera de contraejemplo. Esta generalidad absoluta, que no admite excepciones, parece estar ligada intrínsecamente al significado de la palabra "ley". En estos casos hablaremos de "enunciados universales" y, si corresponde, de "leyes universales". Siguiendo una vieja tradición, para muchos filósofos de la ciencia, la palabra "ley" sólo puede ser aplicada a esta clase de enunciados. Recordemos que es posible emplear enunciados universales a modo de hipótesis, y que el problema de probar su verdad o falsedad no siempre se puede resolver fácilmente y de inmediato. En muchas ocasiones, la utilización de tales enunciados es meramente a título de conjetura y hablar de "ley" será provisional, hasta tanto no se demuestre su falsedad. De cualquier manera, ciertos epistemólogos como Popper se niegan a emplear la palabra "ley" para el caso de enunciados que no sean universales.

Desde un punto de vista lógico, los enunciados universales tienen una asimetría que origina complicaciones para su verificación o su refutación en las investigaciones científicas. En general, como los géneros o poblaciones investigadas son muy extensos, si no infinitos, verificar estos enunciados es tarea muy difícil, si no imposible. Obligaría a examinar, caso por caso, una gran cantidad o una infinidad de ejemplos, por lo cual esa tarea termina por estar vedada a los científicos. En una palabra, es difícil, si no imposible, verificar enunciados universales y, por tanto, las leyes científicas. Y ésta no es una conclusión que tenga únicamente interés lógico, sino que plantea uno de los grandes problemas de la filosofía de la ciencia: si es difícil o imposible verificar los enunciados que tienen la pretensión de convertirse en leyes científicas, ¿cuál es el fundamento de lo que llamamos conocimiento científico, al cual adscribimos un éxito llamativo y una importancia crucial para las sociedades modernas?

Parece muy fácil probar, cuando cabe, la falsedad de enunciados o leyes universales: basta mostrar un contraejemplo, o sea, encontrar un caso particular entre aquellos que abarca el enunciado, para el cual la propiedad afirmada con carácter general no se cumple. Si se lograse encontrar un solo ejemplo de hombre no mortal (aunque no esté claro cómo podría realmente ser mostrada tal inmortalidad), se invalidaría la ley según la cual todos los hombres son mortales. Si se presentara un ejemplo de cuerpo que en la superficie de la Tierra y en el vacío no cayera hacia la superficie de la Tierra, o no lo hiciera con una aceleración de 10m/seg^2, se invalidaría la ley universal. Por esto es sencillo invalidar una presunta ley científica, pero difícil probarla.

Los filósofos de la ciencia hablan de "enunciados legaliformes" para referirse a aquellos que tienen la forma de enunciados universales y cumplen ciertos requisitos adicionales para que, llegado el caso, puedan ser considerados leyes. Dicho de otro modo, el enunciado legaliforme es una presunta ley científica y, de acuerdo con esta nomenclatura, podría ser en principio verdadero o falso. Es fácil probar que es falso: como ya dijimos, basta hallar un contraejemplo; es difícil probar que es verdadero: habría que tomar en consideración gran cantidad de casos, quizás infinitos. En una posible táctica especulativa de investigación científica, es preferible dejar a los colegas la tarea de formular enunciados legaliformes, porque a ellos les resultará muy difícil probarlos, mientras que a nosotros nos podría resultar sencillo invalidarlos por medio de contraejemplos. Claro que, si finalmente el colega tiene éxito, su gloria y prestigio crecerán enormemente y en cambio nosotros, con meros ejemplos, no nos haremos famosos como científicos sino como propaladores de casuística y de anécdotas. Sin embargo, conviene recordar que algunos acontecimientos que provo-

caron cambios trascendentes en la historia de la ciencia se debieron a que alguien encontró hábilmente un contraejemplo (a veces sin proponérselo explícitamente). A fines del siglo pasado, el físico Albert Michelson realizó una experiencia óptica que debía registrar el movimiento absoluto de la Tierra con respecto al éter, pero el resultado negativo que obtuvo terminó por refutar las teorías clásicas vigentes y hubo de formularse la teoría de la relatividad para resolver el problema. En este caso, el hallazgo de un contraejemplo le permitió a Michelson alcanzar la fama.

Generalizaciones existenciales

Un segundo tipo de enunciados generales son los llamados "existenciales". Son de un carácter aparentemente más modesto que los enunciados universales, pues en lugar de afirmar que una propiedad o característica se cumple para todos los miembros de un conjunto o de una población, lo hacen acerca de algunos de ellos (sin excluir la posibilidad de que se cumpla para todos). Como se comprende, hay cierta diferencia entre decir "Todos los casos de cáncer se curan con la droga *X*" que decir "Algunos casos de cáncer se curan con la droga *X*". Hay cierta renuencia a aplicar la palabra "ley" a este tipo de enunciados, porque parecen tener un carácter más circunstancial y anecdótico, y estar más próximos a los enunciados empíricos básicos que a los enunciados universales. Debemos reconocer que, en ciertas ocasiones, la presencia de casos se expresa mediante enunciados existenciales simplemente porque no disponemos de nombres para cada cosa que puebla el universo. A veces decimos "Hemos encontrado en nuestro laboratorio algunas drogas que tienen la característica *Y*", pero en este caso estamos dando una información de tipo casuístico de las que pueden aparecer en un informe. En algunas ocasiones, sin embargo, una afirmación existencial obliga a un tipo de investigación que, al igual que en el caso de las leyes universales, nos fuerza a recorrer toda una población. Si alguien dice que existe una droga que cura el cáncer, decidir si su afirmación es verdadera o falsa implicaría examinar, en principio, todos los casos de cáncer que se han presentado, que se presentan y que se presentarán. Y esto origina una asimetría análoga a la que ya señalamos entre verificación y refutación para las leyes universales pero, curiosamente, a la inversa. Resulta sencillo verificar un enunciado existencial pero difícil refutarlo. Para verificarlo basta hallar un solo ejemplo apropiado: si encontramos un enfermo que se cura con la droga *X*, quedará probado que algunos enfermos se curan con ella. La dificultad radica en refutar el enunciado existencial, porque deberíamos aplicar la droga a todos los enfermos y comprobar que ninguno se cura. Estamos en presencia de la misma dificultad o imposibilidad de verificación de los enunciados universales. Esta vez, lo factible parece ser probar el enunciado y lo difícil invalidarlo. Siguiendo con la táctica de investigación que ya hemos considerado, aquí conviene que los enunciados existenciales los formulemos nosotros y no nuestros colegas, porque a ellos les será difícil refutarlos. Presentar un enfermo que se ha curado por la aplicación de la droga *X* será un éxito para nosotros, pero presentar otro que no se ha curado no le servirá al colega como refutación o contraejemplo, pues nuestra afirmación es que sólo "algunos" se curan con la droga *X*.

Los enunciados existenciales, al igual que los enunciados empíricos básicos, son poco interesantes desde el punto de vista científico, por cuanto lo que parece tener más interés son las regularidades universales. Aristóteles pensaba que todos los enunciados de una disciplina científica debían ser enunciados universales, pues sólo ellos expresarían auténticas regularidades. Los enunciados singulares o los existenciales no serían genuinamente enunciados científicos, sino enunciados anecdóticos, que expresan informaciones locales. De allí nace un prejuicio que, en realidad, llega hasta nuestros días, como ya hemos señalado a propósito de Popper. Desde nuestro punto de vista, compartido por muchos otros epistemólogos, entre ellos Mario Bunge, los enunciados existenciales cumplen en una teoría científica un importante papel de completitud respecto de la formulación de la misma. Esto resultará claro si nos remitimos a un ejemplo extraído de la matemática. La famosa teoría de los grupos describe las propiedades de cierto tipo de estructuras matemáticas mediante afirmaciones universales como la que dice, por ejemplo, que toda combinación hecha con la operación fundamental de la teoría debe ser asociativa, pero uno de los principios de esta teoría es existencial: dice que hay (existe) un elemento que actúa de manera análoga a como lo hace el cero para la suma de los números naturales, o sea: operar con él no altera nada. Éste es un enunciado existencial tan importante para la teoría de los grupos que las propiedades de semejante álgebra no podrían dar origen a teoremas interesantes si no fuera por su presencia. Pero un enunciado existencial puede ser clave también en física, como cuando se afirma la existencia de una determinada constante de proporcionalidad (por ejemplo, la constante de gravitación universal). Por ello nosotros no objetamos que se emplee la palabra "ley" para los enunciados existenciales de las teorías, y simplemente distinguiremos explícitamente entre leyes universales y leyes existenciales.

Generalizaciones mixtas

Una tercera clase de enunciados generales de segundo nivel, que llamaremos "mixtos", introduce complicaciones metodológicas aún mayores. Hemos visto que los enunciados universales son difíciles o imposibles de verificar y los existenciales son difíciles o imposibles de refutar, pero los enunciados mixtos son a la vez difíciles o imposibles de verificar y de refutar. Se trata de enunciados que tienen un aspecto universal pero además otro existencial, como por ejemplo "Todos los cuerpos son fusibles". El ejemplo, debido a Nagel, debe interpretarse de la siguiente manera: para todo cuerpo existe una temperatura a la que funde, propiedad que los físicos y químicos admiten. Pero examinemos qué es lo que verdaderamente se dice y qué problemas se presentan cuando tratamos de verificar o refutar el enunciado. Por de pronto, se trata de un enunciado universal: dice que para todo cuerpo vale la propiedad que estamos afirmando, la fusibilidad, por lo cual resulta difícil de verificar, porque para hacerlo habría que recorrer la población constituida por todos los cuerpos físicos. Pero consideremos un caso particular de cuerpo. Según esta presunta ley, ¿qué se afirma de él? Que es fusible. O sea, que existe alguna temperatura a la que funde, lo cual es una afirmación existencial. Por tanto, si quisiéramos refutar la presun-

ta ley para ese cuerpo en particular habría que recorrer toda una población de temperaturas, cosa realmente imposible. Por consiguiente, parecen destinados al fracaso los intentos de verificar o de refutar este enunciado mixto.

Sin duda los enunciados mixtos generan una seria dificultad en cuanto a su verificación y refutación. El ejemplo anterior fue presentado por Nagel en una polémica con Popper, y como éste no halló manera de resolver adecuadamente la objeción optó sencillamente por no contestarle. Claro está, el recurso dialéctico de Popper no resuelve el problema. Como veremos más adelante, para Popper la condición de cientificidad de una hipótesis es que pueda ser refutada, y aquí tenemos un ejemplo en el que aparece la dificultad de imaginar cómo proceder para hacerlo. Los enunciados mixtos, a los que reconoceremos el carácter de leyes, poseen una gran importancia en la orientación de las investigaciones y no podemos prescindir de ellos sencillamente porque presenten dificultades epistemológicas. Notemos por otra parte que estos enunciados aparecen con mucha mayor frecuencia de lo que en principio se podría creer. Nuestro tradicional y tan socorrido enunciado "Todos los hombres son mortales" no es meramente universal, sino mixto. Dice: "Para todo ser humano existe un instante en el que éste muere". Si el lector lo analiza, verá que está sujeto a las mismas dificultades que el ejemplo de Nagel. Verificarlo es difícil o imposible, pues tendríamos que recorrer la población de todos los seres humanos. ¿Y cómo lo refutaríamos? Tendríamos que encontrar un caso, algún profeta o dios humano, que no muere. ¿Y cómo sabríamos que no muere? Habría que recorrer todos los instantes del futuro y comprobar que en ninguno de ellos lo alcanza la muerte. Pero como los instantes del futuro son infinitos, nos encontramos otra vez con el problema de la inaccesibilidad de los casos. Y así encontraríamos muchos otros ejemplos, aunque no todos plantean exactamente el mismo tipo de dificultad, porque a veces hay escondida detrás de la forma lógica una finitud que hace más accesible el problema. Por ejemplo, el principio de biogénesis de Pasteur afirma que todo ser vivo proviene de otro ser vivo, y también tiene la forma mixta. Dice: "Para todo ser vivo, existe otro tal que el primero desciende del segundo". Lo que ocurre es que examinar para cada caso si existe o no otro que le dio origen no plantea realmente una infinitud de entidades a examinar; hay que estar atento a lo que ocurre en el momento en que el ser vivo en estudio se presenta a la existencia y ahí veremos si hay otro que lo genera o si la generación es espontánea.

Generalizaciones estadísticas o probabilísticas

Un cuarto tipo de enunciado general lo constituyen los "enunciados estadísticos" o "probabilísticos", donde se adscribe a una población, que puede ser infinita o bien finita pero no accesible, una proporción estadística. Ésta, en algunos casos, se puede expresar por medio de porcentajes, pero en otros únicamente mediante números probabilísticos. Por ejemplo, una regularidad estadística citada por el biólogo T. Dobzhansky es la afirmación "La probabilidad de que un nacimiento de un ser humano sea nacimiento de varón es 0,51". Este tipo de enunciado considera toda la población humana, pasada, presente y futura, y le adscribe un número probabilístico.

Podríamos haber dicho, incorrecta pero didácticamente, que la probabilidad del nacimiento de un varón es del 51%, pero no se pueden utilizar porcentajes cuando el conjunto es infinito y lo correcto es emplear números probabilísticos (0,51). Los enunciados probabilísticos plantean una serie de cuestiones epistemológicamente complejas. Son difíciles de verificar y de refutar. De lo que se dispone generalmente como dato para controlar hipótesis probabilísticas son proporciones en las muestras. Una muestra en un hospital o en un pueblo sí puede mostrar que el 51% de los nacimientos acontecidos allí es nacimiento de varón, pero para generalizar el enunciado a toda la población es necesario, como se sabe, utilizar inferencias estadísticas y éstas proporcionan números probabilísticos. En realidad, las hipótesis de este tipo no se pueden verificar, sino tan sólo ponderar probabilísticamente. Ésta es una *primera dificultad*. La *segunda* se refiere a la cuestión de si revisten o no el carácter de leyes. Nosotros hemos abogado anteriormente por la afirmativa en el caso de los enunciados existenciales y mixtos, siempre que haya manera de aceptar en términos absolutos o presuntos su verdad. Pero ¿qué hacer con los enunciados probabilísticos? ¿Se los puede considerar, en algún sentido, leyes? Hay epistemólogos que no lo creen conveniente, pero nuestro parecer es que, como estos enunciados ofrecen información sobre regularidades estadísticas en ciertas poblaciones, tendrían la utilidad de permitir un planeamiento, como acontece en el caso de las encuestas educacionales, sanitarias, electorales, etcétera. Por ello aceptaremos su condición de leyes, pero con la aclaración explícita, en cada caso, de su carácter estadístico.

La prevención contra las leyes estadísticas fue manifiesta en muchos científicos. Einstein, que debió utilizarlas en algunas de sus teorías, creía que las leyes últimas y fundamentales de la ciencia, los principios subyacentes que darían cuenta del comportamiento global de la realidad, no podían ser leyes estadísticas. En tal sentido hay que interpretar su famoso aforismo "Dios no juega a los dados". Los físicos actuales se han vuelto escépticos respecto de esta posición de Einstein y consideran un prejuicio pensar que tales leyes últimas tengan que ser leyes universales (o deterministicas, como a veces se las denomina). ¿Por qué no podría suceder, realmente, que las leyes últimas tuviesen un carácter estadístico? ¿Por qué no podría Dios haberlo dispuesto de esta manera? Y si se le adscriben al Ser Supremo, en su perfección, actitudes simpáticas tales como jugar al ajedrez o a los dados, no se ve por qué no podría Dios, a manera de actividad lúdica, hacer existente un universo regido por este tipo de leyes.

Por otra parte, podemos anticipar ya una discusión que nos ocupará más adelante: ¿admiten leyes las ciencias sociales y humanas, o en esos ámbitos habrá que circunscribirse a lo singular porque cada hombre o cada comunidad es un fenómeno totalmente atípico en relación con todos los otros? La cuestión de si hay o no leyes en este sector de las ciencias obliga a distinguir entre leyes universales y leyes estadísticas. Es muy probable que en sociología no haya manera de concebir leyes universales o determinísticas; éstas sólo serían posibles con instrumentos reduccionistas que no poseemos. Toda sociedad humana, como todo hombre, es un conjunto de átomos y si dispusiéramos de información pertinente sobre cada uno de ellos (su posición, su velocidad, etcétera), tal vez con las leyes de la mecánica se pudiera describir, legalizar y prever todo lo referente a las sociedades y al hombre. Pero

se trata de un objetivo imposible: no se puede manejar semejante información sobre cuatrillones de casos. Por consiguiente, en sociología, al igual que en biología, hay que conformarse con informaciones estadísticas sobre grandes conglomerados de objetos o individuos, ya sean animales, seres humanos o miembros de una sociedad. En estas disciplinas sociales y humanas hallaremos regularidades que permitirán comprender cómo funciona aquello que se estudia, pero que se expresan mediante leyes estadísticas y no universales*.

Los enunciados teóricos

Hasta ahora hemos considerado diversos tipos de enunciados de segundo nivel o generalizaciones empíricas, que hacen referencia a la base empírica adoptada. Los enunciados que vamos a llamar "de tercer nivel" o "enunciados teóricos" cumplen la condición de contener al menos un término teórico. Pueden ser singulares o generales. Como se comprende, para reconocerlos es necesario previamente haber hecho ya la distinción entre términos teóricos y términos empíricos. En química se afirma, por ejemplo, que el salto de un electrón de un átomo desde una órbita externa hasta otra más interna produce un destello luminoso. Éste es un enunciado teórico, porque "átomo", "electrón" y "órbita" forman parte del vocabulario teórico. (Recordemos una vez más que empleamos "teórico" como opuesto a "empírico".) No toda teoría o disciplina científica contiene términos teóricos y, por consiguiente enunciados teóricos. Hay teorías científicas que no van más allá del nivel de la generalización empírica y esto las hace suficientemente útiles. También es verdad que a veces en una investigación hay una etapa en la que se trabaja en el segundo nivel y sólo se accede al tercero cuando se quiere formular una teoría explicativa. Podríamos admitir, aunque no es del todo cierto, que el lenguaje empleado por los químicos de fines del siglo XVIII cuando hablaban de la "ley de las proporciones definidas" o de la "ley de las proporciones múltiples" (que expresan la proporción en que se combinan los elementos para formar compuestos químicos) tenía un carácter más bien descriptivo, y que la teoría atómica se formuló para explicar esas leyes. Pero, de cualquier manera, la aparición de la teoría atómica parece ser un "salto" al nivel teórico, es decir a los enunciados de tercer nivel, realizado con el fin de disponer de un sistema de hipótesis teóricas de las cuales se pudiera deducir, y por consiguiente explicar, el comportamiento de los elementos y los compuestos químicos según las leyes antes mencionadas. La discusión que suele estar aquí en danza es si la noción de elemento y de combinación implicaba ya o no términos teóricos; involucra el problema de hasta qué punto la obtención de esas leyes es o no un ejemplo de investigación puramente empírica o ya suponía alguna clase de teoría.

* Importa señalar que, pese a lo afirmado, con frecuencia se emplean modelos determinísticos de la realidad sociológica en estudio, con la convicción de que poseen una aproximación suficiente respecto de la situación real. Esto los hace útiles porque, si bien no están exentos de ciertos coeficientes de error, cuando éste no es exagerado se logra con ellos realizar predicciones razonables y planear eficazmente las acciones a seguir.

Un ejemplo de investigación puramente descriptiva es la que realizó Mendel cuando, al estudiar muestras de alverjillas y otras plantas, advirtió que las proporciones de color de las flores en la segunda generación corresponden a la relación 1 a 3. Las plantas que empleó, el color de las flores, las generaciones de descendencia de esas plantas y las proporciones de colores en las flores corresponden a cuestiones de la base empírica, en la cual Mendel estaba en condiciones de describir lo que observaba por medio de enunciados empíricos básicos. Pero Mendel enunció ciertas leyes: en la primera generación todas las flores tienen igual color, en la segunda se encuentra la proporción 1 a 3 (o bien 1-2-1, si hay una característica intermedia y no hay dominancia). Se trata de leyes empíricas de la genética, que no trascienden hacia el nivel teórico.

Existe cierta tendencia entre los científicos y epistemólogos norteamericanos a suponer que el acceso al tercer nivel implica abandonar la ciencia e ingresar a la metafísica. Se pierde contacto con lo observable y, como se ingresa al nivel de la conjetura de entidades no observables, nos encontraríamos sumidos en la metafísica y no en la ciencia. Más adelante, al discutir el método hipotético deductivo, vindicaremos a los enunciados teóricos, porque el método de contrastación que permite su control desde un punto de vista científico es, en ciertas condiciones, tan aplicable a los enunciados de segundo nivel como a los de tercero. Pero para quienes tienen un temperamento fuertemente antimetafísico, la ciencia no debería avanzar más allá de los dos primeros niveles. Sin embargo, ha sido demasiado ostensible el éxito de las teorías científicas, tanto en su aspecto instrumental como explicativo, como para sostener en la actualidad la no conveniencia de utilizar términos teóricos. Una ojeada a las más exitosas teorías contemporáneas mostraría que tanto en física como en biología, en psicología como en sociología, es frecuente el uso de términos teóricos. En cierto modo ello deriva de una suerte de tradición europea, a la que el propio Mendel no se pudo sustraer, entre otras razones porque era aficionado a la filosofía griega antigua y, en particular, un admirador del atomismo de Demócrito y Leucipo, aunque no esté claro cómo podía conciliar esa afición con su condición de monje de la Iglesia católica. Lo que realmente importa es que Mendel vislumbró, para la genética, una explicación de los enunciados de segundo nivel o leyes empíricas que él mismo había encontrado, y que indicaban estadísticamente la probabilidad de la repartición de las características en cuanto a coloración u otros tipos de cualidad de los seres vivos. Conjeturó la existencia de lo que ahora llamamos "genes" y él llamaba "factores hereditarios", presentes de a pares en los organismos, provenientes uno de ellos de la madre y el otro del padre. Supuso que en las gametas sólo estaba presente uno de los factores, el correspondiente al del padre o al de la madre, y que en la cigota ambos se reunían. De este modo construyó una teoría un tanto axiomática que daba la debida explicación de las leyes empíricas que había hallado previamente. Éste es un buen ejemplo de cómo el empleo de términos teóricos puede ser eficaz con fines no sólo explicativos sino también predictivos, pues la teoría de Mendel resultó a la postre muy útil a través de sus aplicaciones agronómicas, botánicas y biológicas.

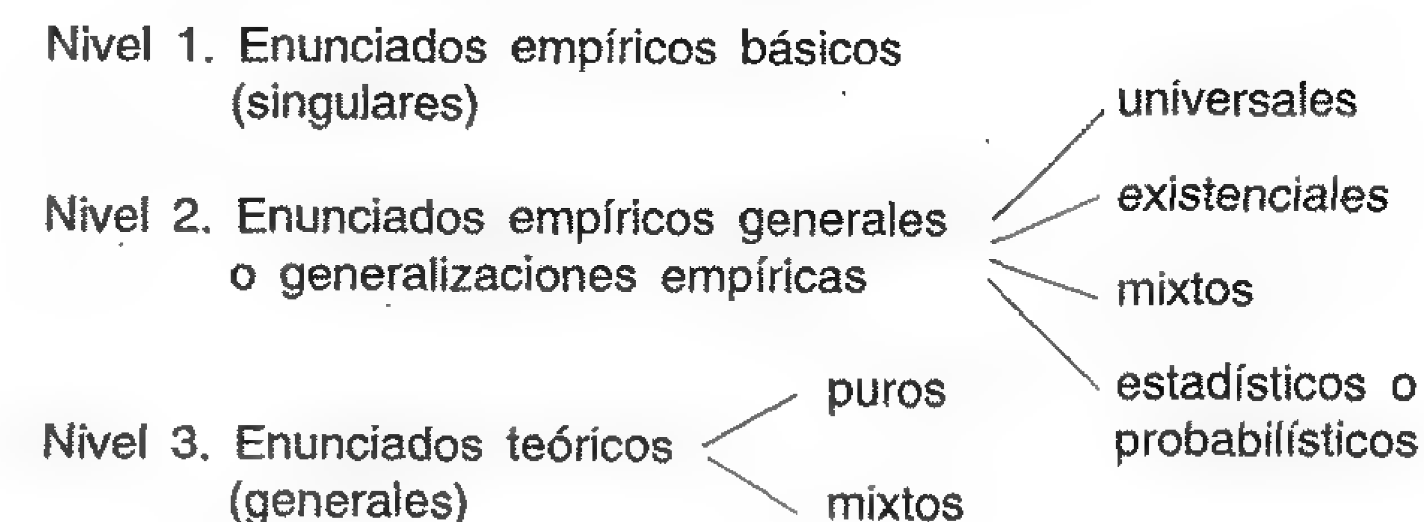
En materia de enunciados teóricos conviene discriminar entre "puros" y "mixtos". Los enunciados teóricos puros son aquellos en los que, además de los términos lógicos, sólo aparecen términos teóricos. No hay en ellos términos empíricos y

por tanto parecería que cuando se los utiliza se está hablando en un nivel puramente abstracto. Como se comprende, si se dispusiera de una teoría constituida únicamente por enunciados teóricos puros, no sería posible deducir de ellos nada que se aplicara a la experiencia o a la práctica, y no podríamos realizar explicaciones ni predicciones sobre lo que acontece en la base empírica. Esa teoría no podría ser sometida a control y sería una suerte de cuento de hadas.

Parece inevitable entonces que si se emplean hipótesis teóricas puras en la construcción de una teoría, debe utilizarse además un segundo tipo de enunciados teóricos, que llamaremos "mixtos", en los que hay a la vez términos teóricos y términos empíricos. También podrían ser denominados "enunciados puente", porque sirven de vinculación entre el ámbito puramente teórico del discurso y aquel en que nos referimos a lo observable, a lo práctico, localizado en la base empírica. Se emplea también una tercera denominación, la de "reglas de correspondencia". Es un tanto equívoca, porque sugiere que se trata de instrucciones normativas, cuando en realidad consisten en afirmaciones, hipotéticas pero afirmaciones al fin, que pueden resultar verdaderas o falsas (aunque, como veremos, comparten con los enunciados puros el problema de decidir qué significa que un enunciado con términos teóricos es verdadero o falso). Deberían llamarse más bien enunciados o hipótesis de correspondencia, según el caso.

Tomados en conjunto, los enunciados teóricos puros, las reglas de correspondencia y algunas generalizaciones empíricas pueden constituir teorías poderosas, que permiten, por medio de deducciones, realizar predicciones y por consiguiente actuar sobre la experiencia y obtener resultados prácticos. Algunos autores, entre ellos Nagel, consideran que "regla de correspondencia" debería ser utilizado únicamente para un tipo muy peculiar de enunciado o hipótesis puente, aquel que ya hemos mencionado en ocasión de hablar de la base empírica metodológica y que tiene la forma "*A* si y sólo si *B*". Recordemos que *A* es un enunciado puramente empírico, *B* contiene algún término teórico y "si y sólo si" expresa la equivalencia entre una afirmación de carácter empírico y otra de carácter teórico. No todo enunciado mixto tiene esta forma, aunque hay que admitir que los que Nagel propone llamar con exclusividad "reglas de correspondencia" tienen una importancia especial pues, como hemos analizado en el Capítulo 2, permiten ampliar la base empírica.

En este punto presentaremos una cuestión que no discutiremos en detalle por el momento: los enunciados de tercer nivel, ¿son realmente enunciados o son meros artificios instrumentales de carácter lingüístico que nos permiten vincular observaciones entre sí? Los filósofos de tendencia instrumentalista, a quienes ya hemos mencionado, optarían por la segunda alternativa. Por el contrario, los realistas creen que los términos teóricos se refieren a entidades, aunque éstas no sean observables, y nuestra primera definición de término teórico, en el capítulo anterior, adoptaba este punto de vista. Surge entonces el problema de cómo se puede probar la verdad o la falsedad de los enunciados teóricos sin acudir a observaciones o a métodos estadísticos, que siempre están basados en ellas.



¿Cómo acceder a los enunciados de segundo y tercer nivel?

Analicemos brevemente qué papel podría desempeñar a propósito del problema de obtener enunciados de segundo y tercer nivel el llamado *método inductivo*, acerca del cual hablaremos en detalle más adelante. Seguramente el lector recordará que se denomina método inductivo a aquel que permite acceder, a partir de información obtenida sobre una muestra, a información sobre una población por medio de una generalización, ya sea estricta o estadística. Es obvio que para que semejante método fuera practicable, suponiendo que garantiza la verdad de la información obtenida, deberíamos basarnos en observaciones sobre la muestra, expresadas por enunciados de primer nivel, y la generalización nos permitiría acceder al segundo nivel. Pero no habría manera de emplear un método de esta naturaleza que nos permitiera, a partir de observaciones, acceder al tercer nivel, el nivel teórico. Las teorías que sólo emplean enunciados de segundo nivel podrían, tal vez, valerse del método inductivo para acceder a sus principios o hipótesis fundamentales a partir de observaciones, pero cuando nos encontramos con teorías en las que aparecen términos teóricos, el método inductivo ya no sirve de ayuda.

Descartado el método inductivo para el acceso a los enunciados de nivel teórico, ¿cuál será el método que permite a los científicos formular hipótesis o conjeturas de ese nivel? La respuesta puede ser sorprendente y hasta decepcionante: es el mismo "método" con que a un artista se le ocurre una obra de arte, o sea, por el poder de imaginación y de creación de que dispone. Se trata de imaginar qué puede haber "detrás" de una apariencia que explique el comportamiento de ésta, así como Mendel imaginó los genes para explicar el modo en que se comportaban sus alverjillas y Dalton imaginó los átomos para explicar el comportamiento de las sustancias elementales cuando se combinan en el laboratorio. No podemos acceder a ese "detrás" por medio de la observación y por ello debemos imaginarlo y, en cierto sentido, crearlo. Pero aquí es necesario aplicar la recomendación de Popper: tener la mayor osadía para inventar hipótesis, aunque el mayor rigor después para controlarlas.

El método científico, como veremos luego en detalle, consiste en tratar de produ-ir buenas hipótesis. La inducción puede ayudar hasta el segundo nivel, pero no en l tercero, y aquí es donde realmente se movilizan con todas sus fuerzas las faculta-es artísticas del científico creador. Y no solamente éstas, porque en la propuesta de ipótesis intervienen además las facultades racionales. El científico imagina una es-uctura que explique lo observable, pero es necesario analizar sus propiedades lógi-as para garantizar, por ejemplo, que efectivamente se deduzca lo uno de la otra, ues en caso contrario no se podrá hablar de explicación. En este sentido, el cientí-co es una curiosa combinación de artista y lógico, pero hay que situar a cada una e las facultades que le permiten serlo en su contexto específico. La creación de na hipótesis es un acto artístico, pero su puesta a prueba es un problema de lógica. maginar una hipótesis no es sinónimo de probarla y éste es un hecho que muchas eces olvidan ciertos filósofos.

Con frecuencia se afirma que imaginar lo que hay "detrás" de la apariencia para oder explicarla es utilizar una forma de los llamados *métodos modelísticos*. Se trata-ía de lo siguiente: conjeturar un modelo de la realidad, o sea, una estructura acer-a de cuya existencia no tenemos certeza pero que, por sus propiedades lógicas, pa-ece corresponder, directa o indirectamente, a la estructura de lo observable. Si se uiere hablar de esta manera, diríamos que gran parte de los métodos para acceder l segundo nivel son inductivos, pero al tercer nivel se accede sólo a través de mé-odos modelísticos. Conviene señalar además que, como en el segundo nivel hay nunciados mixtos e incluso de muy compleja estructura, la imaginación y los méto-os modelísticos pueden también ser adecuados para acceder a ellos, pues en esos asos no son de utilidad los métodos inductivos. Por ejemplo, la teoría de la evolu-ión de Darwin, tal como la presenta el autor en la primera edición de *El origen de as especies*, no trasciende el segundo nivel de enunciados, siempre que se acepte ue la noción de "especie" sea una noción empírica. La teoría se expresa en una se-ie de suposiciones sobre cuestiones estadísticas o regularidades en la base empíri-a, pero de ninguna manera parece que estos enunciados hayan sido obtenidos in-luctivamente por Darwin, en particular la llamada "hipótesis de la variación", según a cual de tanto en tanto aparecen variaciones en los seres vivos que en muchos ca-os son heredables. Darwin parece ir realmente mucho más allá de los datos dispo-ibles por los biólogos de su época. Por consiguiente, la imaginación y la capacidad le modelizar ocupan en el método científico un terreno muchísimo más amplio que os métodos inductivos. Ello justifica, en gran medida, la actitud un tanto agresiva ue adoptan algunos epistemólogos contra el método tradicional, inductivo, y cuyo rquetipo, Popper, manifiesta una intensa obsesión al respecto.

5

Lógica y ciencia



La lógica aristotélica fue considerada, durante la Edad Media, uno de los pilares fundamentales para acceder al conocimiento. En el grabado, armado de tales recursos y siguiendo el rastro que le indican los perros de la verdad y la falsedad, el estudiante se apresta a ingresar al bosque de las diversas opiniones y escuelas de pensamiento. El problema a resolver está representado por un conejo.

La lógica

En los dos capítulos anteriores hemos prestado especial atención al lenguaje, puesto que éste es el instrumento inevitable con que el conocimiento científico puede ser comunicado. Pero el lenguaje no es el único instrumento cuya presencia en la actividad científica parece ineludible. Es por ello que debemos ocuparnos también de la lógica, pues esta disciplina trata acerca de ciertos medios a través de los cuales puede propagarse y articularse el conocimiento. Como señala Nagel en su libro *La estructura de la ciencia*, puede definirse el conocimiento científico como conocimiento *sistemático* y *controlado*. Acerca del control ya nos hemos ocupado de la base empírica, por cuanto lo observable, lo experimentable, es lo que permite comparar las creaciones científicas con la realidad o al menos con el sector de la realidad accesible a la observación. Pero la mención de la palabra sistemático indica que la ciencia no es un conjunto de conocimientos simplemente agrupados, sino que hay ciertas conexiones entre unos y otros. Esto es particularmente evidente cuando se advierte que, una vez admitidos algunos conocimientos como ya probados o aceptables, hay otros que parecen requerir una aceptación forzosa por cuanto se deducen de los anteriores.

El mecanismo de deducción y, en general, el denominado *razonamiento* hace depender la verdad de ciertas afirmaciones de la verdad de otras que se toman como punto de partida. Cuando se construye una ciencia, es posible apoyarse en algunas verdades simples, convenientes o supuestas, con el fin de mostrar que las otras se obtienen como resultado forzoso de la actividad del razonamiento. Esto es altamente ventajoso. Nos permite, por ejemplo, obtener nuevos conocimientos a partir de los que ya se disponen. También sirve a los efectos de justificar ciertas verdades si se muestra que ellas son la consecuencia forzosa de razonamientos que parten de principios o conocimientos previamente aceptados. Finalmente, permite jerarquizar las verdades científicas, mostrando que los razonamientos son precisamente la conexión que otorga sentido a una de ellas con relación a otras. Por eso para Aristóteles, a quien inevitablemente asociamos con el surgimiento de la lógica, la ciencia llega a su máximo nivel sistemático y explicativo cuando adopta la forma que él denomina *demostrativa*: a partir de ciertas verdades obvias o quizá convencionales, debe ser posible extraer todas las restantes mediante cadenas de razonamientos. A grandes rasgos, esta idea es todavía hoy perfectamente válida aunque reemplazando a veces "verdades" por "hipótesis" y, por ello, para comprender cómo se halla articulada la ciencia (y especialmente la ciencia actual) describiremos en qué consiste un razonamiento y qué papel desempeña en la labor científica.

Debemos aclarar, sin embargo, que la lógica no se ocupa únicamente de operaciones del pensamiento o efectuadas a través del lenguaje, como el razonamiento o la deducción. Hay otro tipo de operaciones que atañen a esta disciplina, tales como la definición, que son igualmente importantes. Sin embargo, preferimos posponer hasta un momento oportuno la discusión de este tipo de problemática, ya que no tiene inmediata aplicación para los temas epistemológicos que abordaremos en la primera parte de este libro.

Los orígenes de la lógica

Desde luego, aun antes de que Aristóteles analizara estos problemas y creara la dis-ciplina que denominamos "lógica", a la que llamaba "dialéctica", sin duda los científi-cos, filósofos y "amigos de la sabiduría" en general empleaban razonamientos y dis-ponían de pericia para realizarlos. (Todos nosotros lo hacemos, aunque no conozca-mos nada de lógica.) Pero ciertos tipos de discurso parecen haber favorecido la apa-rición de la lógica como disciplina. En primer lugar, el nacimiento de la matemática, muy en especial vinculado a la obra de Eudoxio y Teetetos, en el siglo V a.C. Si bien hubo grandes matemáticos antes que ellos, como Tales y Pitágoras, la forma deduc-iva y sistemática a la que nos hemos referido parece tener su origen en la obra de estos dos investigadores. En esta etapa, el ideal de la matemática es demostrar las verdades como teoremas establecidos a partir de ciertos principios, y ello debió favo-recer la aparición de un discurso en el que el razonamiento y la deducción, tal como enseguida los definiremos, desempeñaban un papel esencial. Una segunda clase de discurso en que los razonamientos cumplen un papel muy importante es el jurídico, el de los pleitos y los problemas legales, por los que los griegos sentían gran afición: a profesión de abogado debió haber sido muy bien remunerada y prestigiosa en aquellos tiempos. También aquí tendríamos otra fuente para el nacimiento de la lógi-ca. La tercera se vincularía con la actividad de los sofistas, filósofos que florecieron en el siglo V a.C. y quizás en parte anteriormente. Hay opiniones encontradas acerca del papel que desempeñaron tales filósofos en la cultura griega. Por un lado se los acusa de haber sido amigos de la paradoja y la confusión; su interés principal habría sido sorprender a los incautos por las fallas del lenguaje y los razonamientos incorrec-tos que aparentan ser lo contrario. Habrían querido entonces legitimizar lo que en realidad es falso. Hoy en día denominamos *falacias* a los razonamientos defectuosos o no bien justificados, de modo que la acusación de que han sido víctimas los sofis-tas es la de haber empleado falacias en su discurso. Pero desde otro punto de vista, los ejemplos a los cuales se referían estos filósofos para ejercitar sus paradojas obli-gó a otros, más responsables, a analizar sus argumentos y el modo de rebatirlos, de lo cual surgió la necesidad de construir la distinción, no conocida hasta entonces, en-tre el razonamiento correcto y el incorrecto, y los criterios para reconocer uno y otro. En cierto sentido, muchas disciplinas contemporáneas como la metalógica, la semán-tica formal o el análisis del discurso científico estaban ya latentes en aquellas discu-siones. Por tanto se puede pensar con toda justicia que, debido a la influencia de los sofistas, se inauguró una tradición en cuanto al análisis del lenguaje, a la necesidad de la definición de los conceptos y de los procedimientos rigurosos del pensamiento. Finalmente, hay una cuarta motivación para el surgimiento de la lógica en aquella época, sorprendente pero importante. Se practicaba un curioso deporte, especialmen-te en Atenas, que consistía en el encuentro en la plaza pública de dos contendores que sostenían tesis opuestas. En tiempos en que no existían la radio, la televisión, el cine, el periódico o las conferencias públicas, el desafío despertaba un interés masivo y los asistentes se volcaban en favor de uno u otro participante. Rodeados de una multitud, los contendores acordaban previamente qué tesis habría de adoptar cada uno. "Defenderé que la justicia es lo mismo que la valentía." "De acuerdo, yo sosten-

dré lo contrario." Lo que estaba en juego no era por cierto el "amor a la verdad", pues bien podrían haber convenido sostener cada uno la tesis opuesta, sino decidir quién era capaz de dar una suerte de "jaque mate lógico" al adversario. Comenzada la discusión, cada contendor trataba de pescar *in fraganti* al rival en un error o de hacerlo caer en una trampa lógica o lingüística, y el juego terminaba con el triunfo de aquel participante que lograba llevar al otro a una contradicción. Para poder desarrollar este debate se requerían talento argumentativo, criterios para detectar errores en la discusión y habilidad para reconocer dónde se presentaban las contradicciones. Según algunos historiadores, aunque estos certámenes servían a un propósito puramente lúdico, su práctica influyó poderosamente en el surgimiento de la lógica.

El propio Aristóteles tuvo que remitirse a esta tradición, pues en el que fue quizá su primer libro de lógica, *Tópicos*, ofrece reglas para la discusión y señala los puntos en los que se puede caer en falacias o abusos de lenguaje. Tal vez sea el análisis de este tipo de diálogo lo que llevó a Aristóteles a llamar dialéctica a la disciplina que, como ya dijimos, hoy llamamos lógica. *Tópicos* es un libro muy distinto a los *Primeros analíticos*, en el cual un Aristóteles más maduro no se preocupa ya por el arte de ganar una discusión sino por los criterios rigurosos para distinguir los razonamiento correctos de los incorrectos. A propósito de los sofistas debemos reconocer también que uno de los libros tempranos de Aristóteles, *Refutación a los sofistas*, está dedicado a la sana labor de poder distinguir las falacias de los razonamientos correctos, y muchos de los tratamientos de esta cuestión aún vigentes en la actualidad son una prolongación o bien un completo calco de las ideas aristotélicas. El hecho es que el Aristóteles de la madurez, en varios de los libros de la serie llamada *Organon* (instrumento), se ocupa del razonar correcto cualquiera sea la finalidad del razonamiento, pero en particular con el propósito de fundamentar una ciencia rigurosa y justificable. En uno de esos libros, los *Primeros analíticos*, que ya hemos citado, presenta la teoría del razonamiento correcto; en otro, los *Segundos analíticos*, se ocupa de la teoría de la fundamentación de la ciencia, en la cual los razonamientos desempeñan un papel esencial.

Razonamiento y deducción

En algunos casos el conocimiento científico puede obtenerse mediante conexiones lógicas, según hemos dicho, a partir de otros conocimientos. Los conocimientos se expresan mediante proposiciones o enunciados, aunque conviene hacer la salvedad de que "proposición" no es una palabra hoy utilizada por los lógicos en conexión con lo lingüístico, pues está más bien relacionada con la teoría del significado. En cambio "enunciado" sí tiene una acepción lingüística, referida a la oración junto con el acto con el cual se adhiere a lo que ella afirma. En la historia de la lógica el énfasis siempre fue puesto en el pensamiento y en la forma en que podemos juzgar como es o no es la realidad. Puesto que ya hemos convenido en que la expresión de nuestro pensamiento se realiza a través de enunciados, cuando hablemos de razonamiento entenderemos un encadenamiento de enunciados, todos los cuales, salvo el último, expresan o comunican conocimiento en principio ya obtenido o al me-

nos propuesto como aceptable. Éstos constituyen las *premisas* del razonamiento, mientras que el último enunciado, obtenido mediante un "salto lógico" a partir de aquéllas, es la denominada *conclusión* del razonamiento. Las premisas describen conocimientos ya existentes o conjeturados, mientras que de la conclusión, generalmente, surge un conocimiento nuevo.

La importancia de los razonamientos en ciencia la advierte cualquier estudiante de matemática, física o jurisprudencia. Se dispone de enunciados que, al menos transitoriamente, no se discuten: los postulados de la geometría, los principios de la mecánica, las leyes de un código civil o penal, a partir de los cuales, considerados como premisas, realizamos razonamientos y obtenemos conclusiones que proporcionan nuevos conocimientos. Por ello, para comprender la metodología del desarrollo de una ciencia es necesario previamente convenir una serie de conceptos y procedimientos vinculados a la lógica, o sea, a la teoría que nos permite discriminar entre razonamientos correctos o válidos y razonamientos incorrectos o inválidos. (No se deben aplicar las palabras "verdadero" o "falso" a los razonamientos sino a los enunciados, porque los razonamientos no describen ni informan.)

¿Qué significa que un razonamiento es correcto o válido? De una manera un tanto vaga, diremos que un razonamiento es correcto si la manera en que está construido garantiza la conservación de la verdad. Esto debe entenderse de la siguiente forma: si las premisas son verdaderas, entonces la conclusión obtenida por medio del "salto lógico" debe ser, necesariamente, también verdadera. ¿Y qué sucede si alguna premisa es falsa o lo son incluso todas ellas? En tal caso ya no importa lo que ocurre. La corrección o incorrección del razonamiento se decide a partir de la suposición de que las premisas son verdaderas y no falsas. Los términos que aparecen en las premisas y en la conclusión presentan un determinado orden y ciertas repeticiones, que definen el modo en que está *construido* el razonamiento. Los lógicos siempre han pensado que la corrección de un razonamiento está estrechamente vinculada con la manera en que está construido, es decir, con el orden en que se ubican los términos en los enunciados y con las repeticiones de términos que aparecen en distintos enunciados. A esa particular construcción que presenta un razonamiento se la llama su *forma*. Cuando la forma de un razonamiento es de tal naturaleza que garantiza la conservación de la verdad, el razonamiento es correcto. Pero si dicha forma es defectuosa no hay garantía ninguna de que la verdad se conserve. Es obvio que el científico debe emplear razonamientos correctos, pues si parte de premisas que acepta como verdaderas y emplea razonamientos que no le garanticen la conservación de la verdad podría obtener una conclusión falsa.

Para distinguir los razonamientos correctos de los incorrectos es aconsejable no recurrir meramente a la intuición o al pálpito sino también a la fundamentación que ofrece la lógica a propósito de esta importantísima cuestión. Los lógicos simplemente llaman *deducción* a un razonamiento correcto. Por abuso de lenguaje se habla a veces de "deducción incorrecta" como sinónimo de razonamiento incorrecto, pero en realidad es una expresión contradictoria, porque realizar una deducción, deducir, es por definición emplear un razonamiento correcto. La lógica proporciona criterios para reconocer deducciones y separarlas sistemáticamente de construcciones que no lo son, tarea que emprendió por primera vez Aristóteles. Por razones que no discutiremos

aquí, el problema resultó ser más complicado de lo que creía el gran filósofo griego. Para él los razonamientos correctos son aquellos que tienen unas pocas formas peculiares, que denominó formas silogísticas válidas. En griego *silogismo* significa razonamiento, pero en la actualidad se entiende por silogismo a cualquiera de aquellos tipos peculiares de razonamiento cuyas formas, para Aristóteles, eran las únicas correctas. La lógica actual difiere mucho de la aristotélica, y la teoría silogística se convirtió en un pequeño capítulo de un campo hoy muy complicado y extenso. Por supuesto, nada de esto resta méritos a Aristóteles, quien fue el primer lógico sistemático y el primero en diseñar una metodología, en parte acertada, para distinguir entre razonamientos correctos e incorrectos.

No es nuestra intención ahondar en los criterios que emplean actualmente los lógicos para distinguir los razonamientos correctos de los incorrectos, pues suponemos que han sido ya provistos por tales especialistas y se los puede encontrar en cualquier manual que trate sobre el tema. Pero algunos ejemplos que emplearemos en el transcurso de nuestras discusiones permitirán aclarar todavía más la distinción entre ambos tipos de razonamiento.

Corrección de un razonamiento y valores de verdad

Por el momento deseamos dirigir nuestra atención al problema de la relación que existe entre los *valores de verdad* (verdad o falsedad) de las premisas y de la conclusión con la corrección o incorrección del razonamiento. Distinguiremos cuatro casos, que analizaremos por separado.

- *Caso 1. Las premisas son verdaderas y la conclusión también es verdadera.* En homenaje a Aristóteles, mencionemos su famoso ejemplo (Según el lógico polaco Ian Lukasiewicz, este ejemplo en realidad no aparece en los escritos de Aristóteles; parece haber sido introducido por estudiosos muy posteriores):

Todos los hombres son mortales
Todos los griegos son hombres
―――――――――――――――
Todos los griegos son mortales

La raya horizontal debe leerse *por consiguiente*, e indica el "salto lógico" que permite acceder a la conclusión, el enunciado que aparece debajo de la raya, a partir de las premisas, ubicadas por encima de la misma. En nuestro ejemplo, supondremos que las dos premisas son verdaderas y la conclusión también. Ante un ejemplo como éste, Aristóteles hubiera reconocido una peculiar forma de razonar, un silogismo que tiene la siguiente forma:

Todo B es C
Todo A es B
―――――――
Todo A es C

La forma está a la vista. Las palabras lógicas ocupan la misma posición que en el ejemplo inicial, pero "griego", "hombre" y "mortal" han sido reemplazados por las letras mayúsculas *A*, *B* y *C*, para indicar que en esos lugares se pueden colocar términos genéricos, es decir, nombres de clases o expresiones que aluden a propiedades y características en el lenguaje ordinario. Podría tratarse de sustantivos genéricos o adjetivos. Si en lugar de *A*, *B* y *C* escribiésemos "flautista", "músico" y "artista", obtendríamos el siguiente razonamiento:

Todos los músicos son artistas
Todos los flautistas son músicos

Todos los flautistas son artistas

que en modo alguno es el que teníamos anteriormente, pues el tema ha cambiado y ahora estamos hablando de otro tipo de personas o individuos. Sin embargo, el lector advertirá que los dos ejemplos tienen en común: a) las palabras lógicas que se utilizan; b) la posición que ocupan estas palabras; c) la posición que ocupan las palabras temáticas, es decir, las que corresponden a aquello de lo que estamos hablando. Por ello decimos que los dos razonamientos tienen la misma forma.

Tal forma de razonamiento es correcta o válida, es decir, garantiza la conservación de la verdad: en todo ejemplo particular que tenga esta forma, si las premisas son verdaderas entonces la conclusión necesariamente lo será. El lector podría creer que, a la inversa, si un razonamiento tiene premisas verdaderas y conclusión verdadera debe necesariamente ser correcto. Pero esto no es cierto. Éste es un ejemplo:

Montevideo es la capital del Uruguay
Dos más dos es igual a cuatro

El azúcar es dulce

Como el lector puede advertir, las premisas y la conclusión son verdaderas, pero no hay, en la forma de este razonamiento, ningún tipo de disposición o vínculo entre los términos que garanticen que si las premisas son verdaderas la conclusión debe serlo también. La verdad de las premisas y de la conclusión es aquí una mera casualidad. Claro que no siempre la incorrección es tan evidente como en el burdo ejemplo que hemos propuesto. Aunque más adelante aclararemos este punto, proponemos por ahora al lector analizar este razonamiento incorrecto:

Todos los mendocinos son americanos
Todos los argentinos son americanos

Todos los mendocinos son argentinos

Es importante señalar que una forma de razonamiento correcta puede dar lugar a ejemplos que son correctos (por tener esa forma) y sin embargo no tener premisas ni conclusión verdaderas. Tómese este ejemplo:

Todos los africanos son asiáticos
Todos los argentinos son africanos

Todos los argentinos son asiáticos

El lector puede comprobar que tiene aquella forma que Aristóteles ya había reconocido como correcta y, sin embargo, las premisas son falsas y la conclusión también lo es. Esta discusión muestra que la corrección de un razonamiento no depende de que las premisas y la conclusión sean o no verdaderas, sino de su forma. La corrección de la forma solamente garantiza que *si* las premisas son verdaderas *entonces* lo será también la conclusión.

• *Caso 2. Algunas de las premisas son falsas y la conclusión también es falsa.* En primera instancia, la intuición nos inclinaría a declarar que los razonamientos de este tipo son incorrectos, pero no es así. El ejemplo al cual nos hemos referido anteriormente

Todos los africanos son asiáticos
Todos los argentinos son africanos

Todos los argentinos son asiáticos

es un silogismo que tiene sus dos premisas falsas y su conclusión también falsa. Aquí estamos ante una forma correcta de razonar y, sin embargo, todos los enunciados del razonamiento son falsos. Debido a las aplicaciones metodológicas que implica este caso, es necesario llamar la atención del lector: en una investigación científica en la que aparezcan hipótesis o conjeturas podemos no saber si estamos ante verdades o falsedades, pese a lo cual quisiéramos averiguar qué se deducirá de ellas empleando, desde luego, un razonamiento correcto. Ahora bien, podría ocurrir a la postre, como ocurrió más de una vez en la historia de la ciencia, que se pueda mostrar por caminos independientes que las conjeturas estaban erradas y que la conclusión obtenida también lo era. No debemos descartar, entonces, que en ciertas oportunidades el científico, sin saberlo, esté empleando un razonamiento correcto con premisas falsas y conclusión también falsa. No hace falta insistir ante el lector que un razonamiento con premisas falsas y conclusión falsa también puede ser incorrecto:

Montevideo es la capital de la Argentina
Dos más dos es igual a cinco

El azúcar es salado

La forma del razonamiento es totalmente estrafalaria. Tanto las premisas como la conclusión son falsas pero, a diferencia del caso anterior, se trata de un razonamiento incorrecto porque su forma lo es.

• *Caso 3. Algunas de las premisas son falsas y la conclusión es verdadera.* El lector no prevenido puede suponer en este caso que el razonamiento no es correcto, pues hemos partido de falsedades. ¿Cómo podría ser verdadera la conclusión? Pero también aquí la intuición se equivoca. Como en el segundo caso, la corrección puede deparar sorpresas en cuanto a lo que ocurre con los valores de verdad de las premisas y la conclusión. Recordemos la forma correcta de razonamiento a la que ya nos hemos referido al considerar el primer caso:

Todo *B* es *C*
Todo *A* es *B*
______
Todo *A* es *C*

y construyamos el siguiente ejemplo:

Todos los africanos son americanos
Todos los argentinos son africanos
______
Todos los argentinos son americanos

En este ejemplo las dos premisas son falsas y la conclusión es verdadera, lo cual resulta un tanto sorprendente. Lo que sucede es que la corrección del razonamiento, como ya hemos visto, solamente conserva la verdad. Si se parte de falsedades hay que atenerse a las consecuencias, porque "puede pasar cualquier cosa". Como ya vimos en el segundo caso, puede ser que se obtenga una conclusión falsa; ahora vemos que la conclusión también puede ser verdadera. Si el punto de partida del razonamiento está desacertado, nada podemos saber acerca de la conclusión. Como esto no es del todo obvio, consideremos otro tipo de ejemplo, haciendo referencia a la llamada ley euclidea de la identidad: dos cosas idénticas a una tercera son idénticas entre sí. Semejante principio tradicional puede ponerse bajo la forma de este razonamiento:

A es idéntico a *C*
B es idéntico a *C*
______
A es idéntico a *B*

Un ejemplo de esta forma de razonar es la siguiente:

10 es idéntico a 7
4 + 6 es idéntico a 7
______
10 es idéntico a 4 + 6

Las dos premisas son falsas y, sin embargo, la conclusión es verdadera. Una vez más comprobamos que la corrección del razonamiento y la falsedad de algunas o todas las premisas no nos permite saber qué sucederá con la conclusión. Puede ocurrir, como en este ejemplo, que la conclusión sea verdadera. Por supuesto, es posible imaginar ejemplos estrafalarios de nuestro tercer caso en los cuales la forma del razonamiento sea incorrecta:

Montevideo es la capital de la Argentina
Dos más dos es igual a cinco
______
El azúcar es dulce

Este tercer caso tiene una gran importancia desde el punto de vista metodológico, hasta tal punto que casi puede decirse que debido a él se presentan algunas dificultades insalvables en el método científico. Observemos que un investigador puede proponerse un conjunto de hipótesis de las que, precisamente por tener ese carácter, ignora si son verdaderas o falsas. Al científico le puede interesar desarrollar las consecuencias de sus hipótesis, en particular las que se pueden vincular con observaciones. Entonces razona (correctamente) y obtiene cierta conclusión. Esta conclusión afirma, por ejemplo, que la aguja de cierto dial debe coincidir con la raya diez de la escala. El científico comprueba entonces que eso es precisamente lo que se observa, y así puede asegurar que la conclusión del razonamiento es verdadera. Por tanto, nos dice, a partir de aquellas hipótesis ha deducido una verdad. ¿Qué se puede afirmar entonces acerca de la verdad o falsedad de las hipótesis? Un lector no prevenido podría contestar que sin duda las conjeturas estaban acertadas y necesariamente han de ser verdaderas. De otro modo: ¿cómo podríamos obtener una conclusión verdadera a partir de premisas falsas? Pero en este caso, nada se puede afirmar con certeza acerca de las premisas. La verdad de la conclusión no nos informa nada acerca del valor de verdad de las premisas: éstas podrían ser verdaderas o bien falsas. Quizá sean verdaderas y nuestras conjeturas sean acertadas, pero podría haber ocurrido la situación que describe este tercer caso: las conjeturas (todas o algunas) podrían ser desacertadas. Esto es grave para la metodología científica. Un científico puede construir una teoría, deducir correctamente de ella una conclusión y comprobar por medios independientes (por observación o experimentación) que la conclusión es verdadera. Pero aun así no tiene garantías de que las hipótesis de su teoría sean acertadas. Todo ello implica ciertas limitaciones para el método científico y para los procedimientos de puesta a prueba de nuestras conjeturas.

• *Caso 4. Las premisas son verdaderas y la conclusión es falsa.* Estaríamos en presencia de un razonamiento como éste:

Todos los mendocinos son argentinos
Todos los cordobeses son argentinos
______
Todos los mendocinos son cordobeses

Es evidente que en este caso el razonamiento es incorrecto, porque no se ha conservado la verdad. De haber sido correcta la forma del razonamiento, hubiese

bastado la verdad de las premisas para garantizar la verdad de la conclusión. En el ejemplo se está empleando la forma siguiente, que es incorrecta:

Todo *A* es *C*
Todo *B* es *C*
―――――――
Todo *A* es *B*

De un razonamiento que tiene premisas verdaderas y conclusión falsa diremos que es *directamente incorrecto*, porque está mostrando de modo flagrante que no garantiza la conservación de la verdad. Pero ya hemos visto, al analizar los casos anteriores, que hay otros tipos de razonamientos incorrectos. Habíamos propuesto reflexionar acerca del siguiente ejemplo:

Todos los mendocinos son americanos
Todos los argentinos son americanos
―――――――
Todos los mendocinos son argentinos

Aquí las premisas y la conclusión son verdaderas y habíamos dejado como ejercicio al lector que descubriera las razones por las cuales el razonamiento es incorrecto. Lo que ocurre es que tiene la misma forma que el razonamiento directamente incorrecto anterior; la única diferencia entre ambos es que "argentinos" sustituye ahora a "cordobeses". La forma es la misma, pero el segundo razonamiento muestra directamente su incorrección en tanto que el primero no lo hacía de manera explícita y sólo queda desenmascarado por el análisis de su forma.

Todo esto nos permite ofrecer una definición más rigurosa de lo que entendemos por razonamiento incorrecto, aunque por cierto, desde un punto de vista más exigente, sería menester perfeccionarla. Diremos que un razonamiento es incorrecto si es *directamente incorrecto* (tiene premisas verdaderas y conclusión falsa) o bien *tiene la misma forma* que un razonamiento directamente incorrecto. Recapitulando nuestros ejemplos decimos que

Todos los mendocinos son argentinos
Todos los cordobeses son argentinos
―――――――
Todos los mendocinos son cordobeses

es incorrecto porque es directamente incorrecto, mientras que

Todos los mendocinos son americanos
Todos los argentinos son americanos
―――――――
Todos los mendocinos son argentinos

es incorrecto porque tiene la misma forma que el anterior, es decir

Todo *A* es *C*
Todo *B* es *C*
―――――――
Todo *A* es *B*

Algunas aclaraciones

En este punto será conveniente hacer algunas aclaraciones. La primera es de carácter lógico. Tradicionalmente, muchos filósofos o cultores de la lógica sostenían que esta disciplina se ocupa de la forma de nuestro pensamiento pero no de su contenido. Ya hemos dicho que lo que podemos conocer acerca del pensamiento está siempre revestido por el lenguaje, pero hay algo de aceptable en la formulación anterior. Los ejemplos que tienen la misma forma son justamente aquellos en que la única diferencia radica en los términos designativos o expresivos de propiedades y relaciones, los que tienen cierto tipo de contenido. Pueden ser incluso partes proposicionales que afirman algo de la realidad; por ejemplo, en el sencillo razonamiento

Truena y llueve
―――――――
Truena

el término "truena" en la premisa es una parte proposicional. Tener la misma forma implica precisamente que la única diferencia radica en el contenido, pero éste queda excluído cuando se describe la forma mediante letras tales como *A*, *B* y *C*. Lo que se obtiene es una suerte de esqueleto gramatical o lógico que indica cómo están vinculados los términos, en qué orden y con qué repeticiones.

La segunda observación es que en principio es más fácil saber cuándo un razonamiento es incorrecto que saber cuándo es correcto. Para saber si un razonamiento es incorrecto bastaría encontrar un ejemplo con la misma forma que fuera directamente incorrecto, y esto es una cuestión que sólo tiene buen final si se tropieza con el ejemplo. Pero saber que un razonamiento es correcto implicaría recorrer la colección infinita de todos los ejemplos que tienen la misma forma y esto en principio no es posible. Afortunadamente los lógicos tienen ciertos modos de reducir el problema a estrategias finitas. Por ejemplo el llamado "método de las tablas de verdad" permite reducir el análisis de todas las posibilidades que hay en materia de ejemplos de un razonamiento a un número finito y pequeño de casos que ofrecen la solución debida.

Agreguemos otra observación, esta vez de carácter metodológico. Si un científico es cuidadoso en cuanto a las formas de razonamiento que emplea y no usa razonamientos incorrectos, y si a partir de sus hipótesis iniciales llega a obtener una falsedad, no cabe la menor duda de que alguna de las premisas de las que partió debe ser falsa. Por tanto, debe haber fallas en aquellas hipótesis. La razón es muy simple: no es posible que las premisas (hipótesis) sean todas verdaderas, que se haya razonado correctamente con garantías de conservación de la verdad y que se haya sin

embargo obtenido una falsedad. Por consiguiente, cuando en una investigación científica se llega a una conclusión cuya falsedad queda establecida mediante observaciones o algún otro procedimiento, no hay más remedio que admitir que algunas de las hipótesis de partida (o quizá todas) han fallado. A primera vista éste sería el procedimiento tajante por el cual se podrían eliminar las teorías e hipótesis defectuosas y buscar otras distintas para explicar los hechos que intrigan. Pero como veremos más adelante, esta concepción del método científico es un tanto simplista. Las estrategias de investigación son realmente complejas y por ello tendremos que volver a analizar esta problemática. Por el momento señalemos que una razón por la cual se puede abandonar una creencia o un presunto conocimiento es que a partir de ellos se pueden deducir falsedades.

Finalmente, no es inoportuno referirse en este punto a las llamadas "demostraciones por el absurdo". A veces se quiere demostrar que un enunciado es verdadero, pero no hay medio directo de hacerlo y entonces se lo niega y se deducen consecuencias de su negación. Supongamos que el enunciado es cierta hipótesis *H*. Se considera su negación, *no-H*, y entonces puede suceder que a partir de ella se deduzca un enunciado cuya falsedad (el "absurdo") ha quedado establecida independientemente (por ejemplo, por implicar una contradicción lógica). Si esto sucede, entonces *no-H* ha de ser falsa y por consiguiente *H* debe ser verdadera. (Esto ha de ser así por el llamado "principio de tercero excluido", una de cuyas formulaciones es la siguiente: si la negación de un enunciado es falsa, el enunciado debe ser verdadero.) De modo que hay un procedimiento de verificación de hipótesis, el llamado *procedimiento indirecto* o *de demostración por el absurdo*, que permite mostrar la verdad de un enunciado por el recurso a negarlo y deducir de esta negación una falsedad. Se trata de un recurso habitual en matemática, aunque también se emplea a veces en el ámbito de las ciencias fácticas, como tendremos ocasión de analizar a propósito de las llamadas experiencias cruciales.

La lógica formal

La llamada lógica formal utiliza simbolismos similares a los de la matemática y, en lugar de ejemplos concretos de razonamiento y su análisis acerca de la corrección, examina esquemas que ponen en evidencia su forma, como en el caso ya citado

Todo *B* es *C*
Todo *A* es *B*
―――――――
Todo *A* es *C*

Aquí se han empleado los símbolos *A*, *B* y *C* en lugar de ejemplos. Pero la lógica formal utiliza también signos lógicos que permiten construir enunciados y razonamientos (del mismo modo en que la matemática utiliza signos tales como "+" o "x" para operaciones como la adición o la multiplicación), lo cual permite tratar los problemas lógicos de manera similar a la empleada por los matemáticos en álgebra.

De este modo se derivan leyes y reglas de razonamiento cuyo empleo recuerda el modo de proceder de quien demuestra un teorema. Se suele denominar lógica deductiva al estudio, tanto de manera formal como en todas sus características generales, del problema de la deducción. Sin embargo, como ya hemos señalado, la lógica actual presenta una gran cantidad de otros capítulos en los que se abordan temas muy diferentes.

La lógica inductiva

La llamada lógica inductiva estudia aquellos razonamientos que, si bien son incorrectos desde el punto de vista de la lógica formal, resultan sin embargo útiles en el siguiente sentido: garantizan cierto éxito en cuanto a la conservación de la verdad, o bien, aunque no permitan arribar a la verdad, permiten obtener números probabilísticos a partir de las premisas. Estos números indican que hay una determinada probabilidad, por ejemplo, de que acontezca cierto evento o que acaezca cierto estado de cosas. Se trata de un capítulo de la lógica que es motivo de enorme controversia, e incluso se pueden clasificar a los epistemólogos entre los que tienen una gran adhesión por este tipo de estrategias y los que lo repudian enérgicamente. En el primer caso se cuenta, por ejemplo, Rudolf Carnap, quien creía realmente en la posibilidad de crear una fundamentación sólida de la lógica inductiva (véase su libro *Logical foundation of probability*). En la vereda opuesta se halla Popper, quien por el contrario cree que la fundamentación del conocimiento debe recurrir exclusivamente a la vía deductiva a partir de cuerpos de hipótesis o de teorías conjeturadas.

Es necesario reconocer que algunas de las críticas y recomendaciones de Popper son atendibles. Un argumento que emplea este epistemólogo es que no se conoce realmente ninguna fundamentación de la teoría matemática de las probabilidades o de la estadística que sea universalmente aceptada por la comunidad científica, y que en ese campo hay notables problemas aún no resueltos. Sin embargo, también es verdad que una disciplina puede ser empleada con éxito aunque no haya alcanzado todavía una fundamentación rigurosa. El cálculo infinitesimal de Newton y Leibniz fue empleado desde fines del siglo XVII hasta mediados del siglo pasado sin que se hubiese logrado en ese lapso ofrecer una fundamentación rigurosa del mismo. Este capítulo de la matemática, pese a sus éxitos en mecánica y astronomía, parecía un tanto fantástico, metafísico y hasta intolerable. Así pensaban ciertos filósofos como el obispo Berkeley, quien escribió un libro en contra del cálculo infinitesimal denunciando en él una serie de abusos conceptuales. Sin embargo hoy no podríamos imaginar las ciencias físicas sin el auxilio de esta poderosa herramienta matemática. Tal vez los inductivistas tengan razón cuando afirman que no se puede imaginar una ciencia sin una lógica inductiva que permita, si bien no obtener conocimientos a partir de otros conocimientos, lograr sí nuevas hipótesis a partir de hipótesis ya formuladas. Pero acerca de este tema no entraremos en detalle.

Aclaremos finalmente un malentendido al que puede dar lugar la palabra *inducción*. Ésta tiene una acepción definida en la tradición aristotélica y en la de filósofos inductivistas como John Stuart Mill: expuesto sin pretensiones de rigor, la inducción

es un razonamiento que nos lleva del conocimiento de una muestra, es decir, de un número finito de casos, al de una clase o población muy numerosa o infinita. En este sentido, como se ha dicho muchas veces, la inducción significaría "el paso de lo particular a lo general", expresión que no la caracteriza con precisión pero que ofrece una idea aproximada del uso tradicional de la palabra. Sin embargo, en la actualidad la palabra inducción se emplea con un significado más amplio: indica el proceso intelectivo por el cual un científico, a partir de datos de la experiencia, accede a teorías que permitan explicarla. (Dicho proceso podría ser llamado un "salto inductivo".) Como veremos más adelante, una etapa característica del conocimiento científico es la producción de teorías con fines explicativos y predictivos, y en tal caso estaríamos en presencia de una inducción en sentido amplio. Así concebida la inducción, el método científico consistiría en pasos alternados de inducción y deducción, de la experiencia a las teorías que la explican y de tales teorías a nuevas experiencias predichas por ellas. Estas experiencias, a su vez, plantearían nuevos problemas que nos exigirían la formulación de nuevas teorías y así sucesivamente.

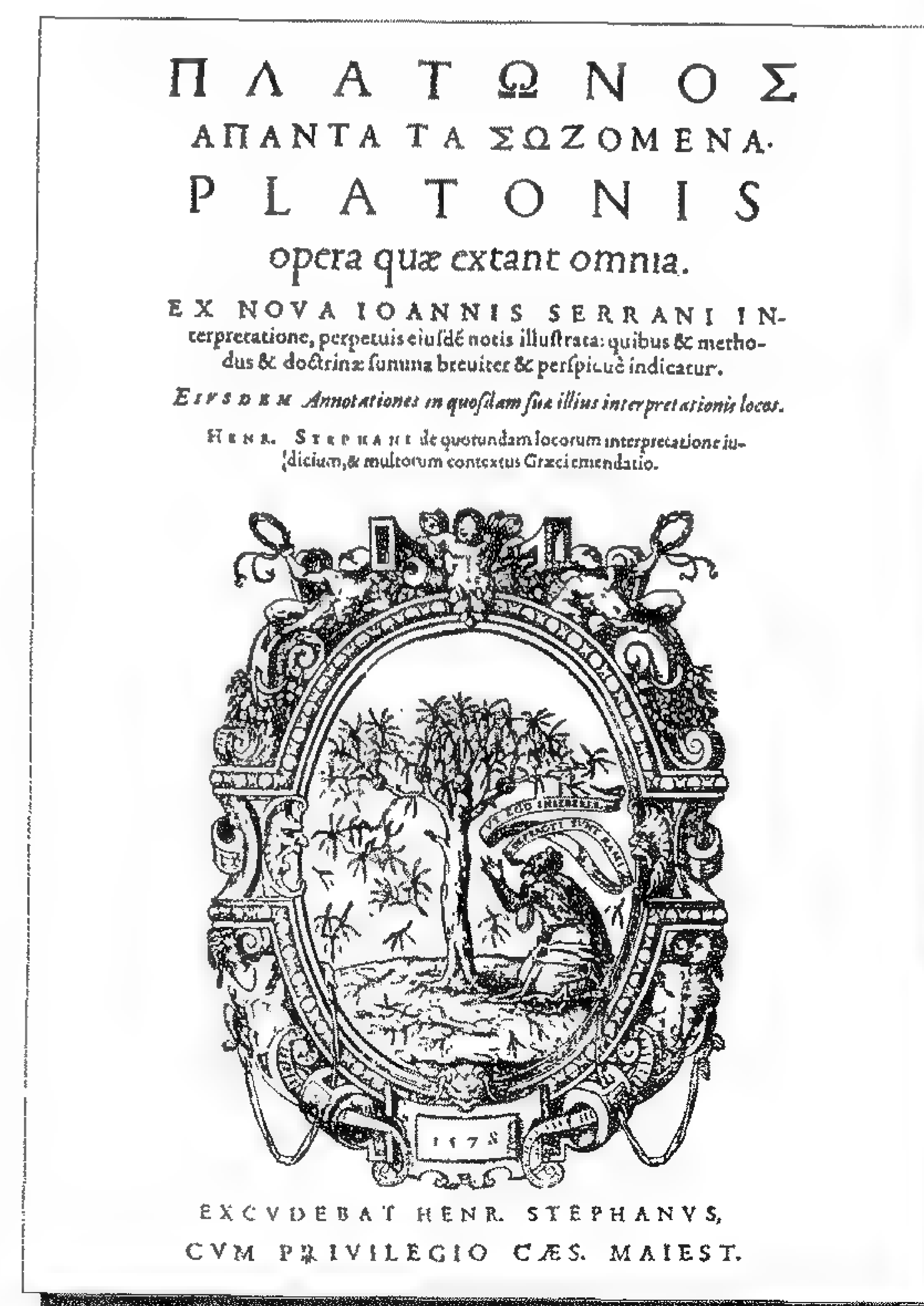
En el sentido amplio de la palabra inducción, cualquier procedimiento que permita llegar no deductivamente desde los datos a las hipótesis y teorías tendría que ser considerado inductivo. Por ejemplo, la analogía podría ser un método por el cual se obtiene una teoría explicativa de determinados hechos. Aquí el "salto inductivo" consiste en acceder a la teoría por una suerte de "imitación" (analogía), aunque la inducción no nos permita justificar la verdad de nuestras hipótesis y haya que emplear para ello otros procedimientos. La lógica inductiva consistiría, en síntesis, en todos los procedimientos por los cuales podemos sistemáticamente inventar hipótesis explicativas de datos a partir de ellos.

¿Qué es una inferencia?

Se emplea el término *inferencia* para designar a cualquier clase de razonamiento, incluso a aquellos que son incorrectos. Hay por tanto inferencias válidas e inválidas. Los inductivistas, de acuerdo con sus cánones estadísticos o probabilísticos, hablan de inferencias estadísticas, pero es obvio que no se refieren a deducciones. También éstas son inferencias, de una forma a la vez peculiar y rigurosa. En este sentido, sería importante discriminar "gradaciones" de razonamientos, sean o no correctos. Un razonamiento es todo "salto" desde ciertas premisas hacia una conclusión. Aunque a veces se emplea el término inferencia como sinónimo de razonamiento, las que se consideran realmente interesantes son aquellas en las que hay al menos cierta probabilidad de que la verdad se conserve y, desde luego, las deducciones, el caso más estrecho y riguroso de razonamiento en cuanto a conservación de la verdad.

6

El problema de la verificación. Primera parte: Platón, Kant, Aristóteles


ΠΛΑΤΩΝΟΣ
ΑΠΑΝΤΑ ΤΑ ΣΩΖΟΜΕΝΑ.
PLATONIS
opera quæ extant omnia.
EX NOVA IOANNIS SERRANI INterpretatione, perpetuis eiusdē notis illustrata: quibus & methodus & doctrinæ summa breuiter & perspicuè indicatur.
Eivsdem Annotationes in quosdam suæ illius interpretationis locos.
Henr. Stephani de quorundam locorum interpretatione iudicium, & multorum contextus Græci emendatio.
EXCVDEBAT HENR. STEPHANVS,
CVM PRIVILEGIO CÆS. MAIEST.

La teoría del conocimiento de Platón (427-347 a.C) representa aún hoy una de las propuestas más significativas de la historia de la filosofía. Portada de la edición greco-latina de su obra, publicada en París en 1578.

La verificación

Al comienzo de este libro presentamos el concepto platónico de conocimiento y señalamos las tres características definitorias del mismo: creencia, verdad y prueba o verificación. Ya adelantamos que en la actualidad a estos requerimientos se los considera excesivos. En particular, el tercero parece exceder las posibilidades de lo que se entiende hoy por método científico. Pero en la tradición filosófica y en la historia de la ciencia la idea de que el conocimiento está asociado a alguna clase de "prueba" o "verificación" parecía insoslayable y, por tanto, es el momento de discutir cómo los epistemólogos y filósofos tradicionales han concebido los métodos de verificación. Ello nos permitirá comprender el origen de los reparos que se han formulado a tales concepciones y que terminaron por forzar un cambio en cuanto a las ambiciones de la ciencia, hoy más modestas que en el pasado, acerca de los productos de su conocimiento.

El difícil problema con que tropezaron casi todos los filósofos, epistemólogos y científicos de épocas pretéritas es el de justificar los enunciados de segundo y tercer nivel. ¿Cómo es posible verificar una generalización o un enunciado que se refiere a no observables? Lo que la realidad nos ofrece se halla en el ámbito de la base empírica. Contamos, en cualquier momento, con un número finito de datos, lo cual es menos de lo que necesitaríamos para justificar lógicamente un enunciado general, que involucra un número muy grande o infinito de casos. Si decimos, por ejemplo, "Todos los cuerpos caen en la superficie de la Tierra y en el vacío con una aceleración de $10m/seg^2$", el problema con el que nos encontramos es que todos los casos de cuerpos que caen, cayeron y caerán en la superficie de la Tierra en esas condiciones definen un conjunto potencialmente infinito: el número de casos con el cual contamos no agota todos los casos posibles. El enunciado menciona incluso los del futuro, que todavía no han acontecido, y los del pasado, que se han perdido irremisiblemente salvo unos pocos de los que hay testimonios. En cuanto a los enunciados de tercer nivel, que se refieren a objetos de la zona teórica, los datos de la experiencia no son directamente pertinentes, porque lo que no es observable no se encuentra "ahí" (en la base empírica). El problema, al cual volveremos más adelante es, entonces, que parecería no haber método para verificar las leyes empíricas y teóricas, que son enunciados de segundo y tercer nivel.

Acerca del problema podríamos adoptar dos posiciones contrapuestas. La primera, aceptar este resultado pesimista, afirmar que la verificación no es posible en general y acudir a otro tipo de formulación, tesis que no discutiremos por el momento. La segunda consistiría en mostrar que, pese al inconveniente señalado, hay maneras de resolver el problema. Existen muchos puntos de vista acerca de cómo se verifican las proposiciones científicas; agruparemos los principales en cuatro tendencias de fuerte raigambre histórica: a) el intuicionismo platónico; b) el intuicionismo kantiano; c) el método demostrativo aristotélico y d) el inductivismo, que trataremos en el capítulo siguiente. Todas ellas son posiciones *justificacionistas*, poque comparten la creencia de que, de algún modo y por alguna razón peculiar, el conocimiento científico es justificable o verificable. Veamos entonces cómo han enfrentado cada una de ellas el problema de la verificación.

El intuicionismo platónico

Expondremos la concepción intuicionista de orientación platónica no exactamente en los términos en los que Platón lo hizo, sino a través de una formulación más próxima a las posibilidades contemporáneas de entender el método científico. El intuicionismo platónico se funda en tres postulados que llamaremos, respectivamente, ontológico, gnoseológico y semántico, y tres indicaciones de carácter metodológico propiamente dicho. El presupuesto *ontológico* es la célebre tesis, que se encuentra en los textos platónicos, acerca de la existencia de dos mundos: el de lo concreto, de las cosas que ocupan espacio y tiempo, y el de las formas o ideas (que en el antiguo griego son palabras con el mismo significado). Platón supone que en el mundo de lo concreto las cualidades de cosas diferentes pueden ser reconocidas como casos particulares de una misma propiedad o característica porque tienen en común algo que no es su materia (aunque ésta sí es en cada caso diferente) que las hace semejantes y es de carácter formal. Esta concepción se inspira claramente en la matemática. Las formas matemáticas son lo que tienen de común muchos objetos concretos que, por ejemplo, siendo en algunos casos mesas, en otros ruedas, en otros tocones de un árbol cortado, son todos circulares. Aquí, cada objeto presenta un aspecto circular, pero la forma o idea común a todos ellos es la "circularidad". En igual sentido, también es una forma "blancura", lo que hay de común en muchas flores distintas pero blancas.

En esta teoría de las formas o ideas platónicas, como se la denomina, el presupuesto ontológico se completa con la afirmación de que la formas son también objetos (objetos formales) y por ello es permisible hablar en singular de "el círculo", de "la recta" o de "la blancura" y no meramente de la cualidad de ser circular, rectilíneo o blanco. Platón hereda una tradición según la cual el mundo de lo concreto tiene cierto isomorfismo, o parecido, o semejanza, con el mundo de lo abstracto, que es perfecto, eterno, nítido y no se ofrece directamente a nuestro conocimiento. De todas maneras, el conocimiento de lo que ocurre en el mundo de lo concreto, aunque aproximado y vago, se vincula con la semejanza que tiene este mundo con el de las ideas, al cual se asemeja o del cual *participa*, como afirma Platón, en el sentido de que las ideas o formas se ejemplifican en los casos concretos. Los objetos concretos que percibimos como blancos participan, todos ellos, de la idea o forma de "blancura".

El segundo postulado platónico, de carácter *gnoseológico*, da su nombre a la metodología. Es la admisión de que la naturaleza humana posee la facultad de entrar en relación directa con las ideas o formas. En cierto modo, utilizando nuestro lenguaje, las formas serían una suerte de base empírica, pero donde "empírico" no se refiere a la experiencia concreta espaciotemporal, sino a algo muy diferente, pues el "ojo" que "observa" y que permite acceder al conocimiento no es sensorial sino mental. A este tipo de conocimiento directo se lo llama *intuición*. La palabra, en filosofía, significa contacto directo con el objeto o entidad conocida, y esta acepción debe ser diferenciada de aquella que la asimila a "pálpito" o "corazonada". Aquí la intuición es una clase de conocimiento inmediato obtenido por vía sensorial o bien racional (en este último caso se suele hablar de *intelección*). Platón supone que tenemos

esa capacidad. Más aún, con optimismo, afirma que la tenemos por naturaleza, por cuanto seríamos seres semidivinos. Lo que ocurre, nos dice, es que esa intuición se halla un tanto adormilada: solamente ciertas ideas y ciertos conocimientos se presentan a nuestra experiencia, tal vez porque, como diríamos en términos actuales, no podríamos subsistir biológicamente si todo lo existente nos llamara la atención y demandara la urgencia del conocimiento. A propósito de sus experiencias con el ácido lisérgico y la mescalina, Aldous Huxley afirmaba que, de no ser por cierta acción inhibitoria del cerebro, éste podría conocerlo todo y entonces no podría prestar atención a nada en particular y sobrevendría su muerte biológica. (En este punto, Huxley citaba al poeta William Blake: "Si se limpian las puertas de la percepción, todas las cosas aparecen como lo que son, es decir, infinitas".) Quizá sea un imperativo de nuestra parte animal, no semidivina, el no poder tratar a la vez con todo el conocimiento posible y permitir que en la conciencia aflore únicamente aquél que es imprescindible por razones prácticas.

Ésta es la teoría platónica de la *anamnesis*, según la cual nuestro conocimiento se halla inhibido, y que propone como estrategia para el acceso a él lograr una suerte de "despertar" de aquello que está adormilado. De cualquier manera, es necesario para el intuicionismo postular esta especie de facultad humana, porque es ella la que nos permitiría conocer las ideas directamente y sin mediación. Sin embargo, Platón acepta, como casi todos los intuicionistas, el recurso a ciertos procedimientos indirectos (diríamos "despertatorios") para lograr que aflore el conocimiento por medio de la intuición, como sucede especialmente en el estudio de la geometría.

El tercer postulado platónico es de tipo *semántico*, como lo denominaríamos en la actualidad, porque se refiere al significado de las palabras que empleamos en nuestro lenguaje. Afirma, según una tradición que ha perdurado durante mucho tiempo, lo siguiente: "Para cada término, una idea". Dicho de otro modo: lo que otorga significado a una palabra es el hecho de que a ella está asociada una idea de la cual es su representativa lingüística. Se supone que nuestra capacidad lingüística es tal que, si hemos aprendido el lenguaje que empleamos, si comprendemos aquello que decimos, podremos captar, para cada palabra, la idea correspondiente que le conviene; por lo cual la comunicación consiste en que, a través del intercambio de las palabras, éstas despiertan en nosotros las ideas asociadas a ellas y podemos incluso llegar a tener, aunque esto no es forzoso, la intuición de las mismas. No estamos diciendo que, al utilizar el lenguaje, todas las ideas involucradas son captadas por intuición racional, pero sí que sabemos qué idea corresponde a cada palabra y cuál es la que hay que buscar si es que queremos tener la intelección que correspondería indirectamente al empleo de un término lingüístico.

Para aceptar lo que Platón propone tendríamos que convenir con él en estos tres postulados, lo cual no es tan sencillo como parece. Tampoco es simple mostrar que está equivocado. Ahora bien, ¿cuáles son los consejos metodológicos que propone el intuicionismo platónico? Recordemos que en este ámbito se trata de establecer si un enunciado es verdadero o falso. Supongamos, por ejemplo, que se tratara de un conocido enunciado geométrico: "Por cualquier par de puntos pasa una recta y sólo una". Si acudiésemos a un procedimiento de verificación ligado al significado lógico de la palabra "todos", sería necesario examinar todos los pares de puntos (que son

infinitos) y todas las rectas que pasan o no pasan por estos dos puntos (que también son infinitas). Esto es totalmente imposible. Pero Platón afirma que para decidir la verdad o la falsedad del enunciado no hay que dirigirse a los objetos que son casos particulares del mismo, sino a las ideas que involucran. Para ello, entonces, los tres consejos metodológicos son los siguientes:

1) Reconocer qué términos o palabras están involucrados en la expresión (en nuestro ejemplo: "punto", "recta", "pasar por" y "único"), para luego hacer lo propio, en un segundo paso, con las ideas ligadas a esas palabras por el significado del lenguaje. Ésta es la etapa semántica del procedimiento. Observemos que el número de palabras, y por consiguiente, el de ideas involucradas, es finito.

2) Lograr la intuición de las ideas involucradas por los términos en cuestión. Lo importante aquí es captar esas ideas, lo cual no es sencillo ni está al alcance de cualquiera, pero se puede adquirir con entrenamiento. El resultado sería disponer de la contemplación o conocimiento directo de las ideas involucradas por el vocabulario que estamos empleando.

3) Investigar estas ideas, que ya podemos contemplar directamente, para decidir si poseen o no las vinculaciones establecidas por la afirmación que nos problematiza. Aquí tendríamos que ver si, efectivamente, las ideas de "punto", de "recta", de "pasar por" y de "único" están vinculadas entre sí de modo tal que la proposición resulte verdadera o, en caso negativo, falsa. De esta manera, lo que parecía empresa imposible terminaría con la verificación del enunciado en cuestión y nuestro conocimiento quedaría probado.

En un momento en que la matemática estaba naciendo, surge como natural el problema de cómo es posible que tengamos conocimiento matemático, aparentemente eterno, nítido, exacto. De seguro no puede surgir inductivamente de la experiencia, porque ésta es siempre aproximada, vaga, corregible y de ella a lo sumo podríamos obtener el conocimiento de ciertos objetos concretos "bastante" circulares que, cuando se los parte por la mitad, originan dos fragmentos "casi" iguales. Pero el matemático no se expresa de esa manera: dice que "Todo círculo queda dividido por su diámetro en dos partes [exactamente] iguales". Para un griego de la época de Platón debía ser evidente, en el momento en que la nueva ciencia aparecía con tanto éxito y pretensiones, que tal enunciado no podía obtenerse por observación ni por generalización empírica. A la pregunta "¿Y cómo se explica nuestro conocimiento matemático?", qué mejor respuesta podría darse, entonces, que si se examinan las ideas de círculo, de diámetro y de igualdad no queda otra cosa que advertir que círculo, diámetro, parte e igualdad quedan conectadas de la manera en que lo afirma la proposición en cuestión. En cierto modo, toda la estrategia platónica constituye una ingeniosa solución al problema de la fundamentación, no de la ciencia fáctica, sino de la matemática, la peculiar ciencia que serviría de ejemplo y paradigma a todas las demás.

Después de haber hecho este panegírico, parece difícil que tengamos el propósito de convencer al lector de que por este camino no es posible obtener algo parecido al conocimiento científico. La razón es que la facultad de intuición racional, que aparece como segundo postulado en esta metodología, resulta cuestionable por dos argumentos principales: la "objeción gnoseológica", así llamada porque se vincula con la naturaleza del conocimiento, y la "objeción basada en la historia de la ciencia".

La objeción gnoseológica afirma que la experiencia directa de las ideas puede hallarse tan perturbada como ocurre con la experiencia sensorial directa. Todos sabemos que con esta última hay perturbaciones como el daltonismo; la persona afectada percibe un color distinto a aquel percibido por la persona normal y, en cierto sentido, desde el punto de vista terapéutico, se diría que la percepción del daltónico está perturbada. Desde la perspectiva estrictamente filosófica, esto podría discutirse, y quizá decir que se tienen experiencias diferentes; pero si afirmamos que algo análogo sucede con las ideas, podría acontecer que Juan, cuando se trata de la palabra "círculo", tuviera la intelección del círculo, en tanto que Pedro, ante la misma palabra, tuviera la intelección de una elipse. Con mucho ingenio el filósofo argentino Ambrosio Gioja denominaba a esta perturbación el "daltonismo de esencias". La pregunta es: ¿y quién tiene la intelección auténtica? Responderla es complicado. Se podría argumentar que es posible decidirlo porque quien accede a una idea y no a la otra se encontraría en dificultades ante la experiencia, ya que Juan y Pedro, por ejemplo, no acordarían en cuanto a si las distancias del centro de la figura a los puntos del borde son invariables. Pero si el descubrimiento de que hay algo impropio en una intelección queda condicionado a la experiencia, resultaría que la intuición no es el último árbitro del conocimiento. Por consiguiente, parecería que la pretensión de hacer descansar el conocimiento de las leyes en la intuición quedaría un tanto bloqueada por el peligro de perturbación y el tener que recurrir a algún tipo de metodología previa, de un orden muy distinto al intelectual, para salir de dudas acerca de si estamos perturbados o no.

La segunda objeción, que hemos denominado de historia de la ciencia, es la siguiente: si realmente tuviéramos esa infalible facultad de intelección, el conocimiento tendría que avanzar de manera acumulativa, a medida que realizamos más y más intuiciones. El avance de la ciencia sería continuo, como el de una empresa que atesora cada vez más capital, que no tiene necesidad de rever su estructura y sólo tiene que preocuparse de lo indispensable para garantizar nuevas incorporaciones. Pero en modo alguno se comprueba nada semejante en el caso de las ciencias fácticas, como la física, la biología, la psicología o las ciencias sociales. (Dejaremos de lado por el momento el caso de la matemática, que merece una reflexión específica.) El espectáculo histórico que se contempla es una sucesión de modelos, teorías, conjeturas y conceptos cambiantes, que se sustituyen a veces paulatinamente, por ajustes, pero que otras veces son abandonados bruscamente a través de revoluciones científicas que presentan esquemas totalmente diferentes a los anteriores. Si la naturaleza nos proveyó de semejante facultad platónica, ésta opera en nosotros de una manera lamentable. Si se nos permite caricaturizar una frase célebre, podría decirse que "el camino del infierno científico está sembrado de buenas intuiciones". Siendo así, en virtud de que no parece que el método intuicionista se autoabastezca para saber

cuándo una intuición está o no perturbada ni cuáles son las características que garantizarían éxito para distinguir entre teorías exitosas obtenidas por buenas intuiciones y otras deficientes obtenidas por malas intuiciones, hay que reconocer que la metodología platónica, a pesar de su atractivo, fracasa, o por lo menos no puede ofrecer garantías suficientes.

No hay que creer que ésta sea una discusión totalmente terminada. Cierto es que en matemática, ya no se puede pensar en la intuición de los números y de las figuras geométricas del mismo modo en que lo hacía Platón (al fin de cuentas estamos en el siglo en que la matemática se fundamenta en la teoría de conjuntos y esto se refleja aun en la educación). Sin embargo, algunos de los grandes lógicos de nuestro siglo, en particular el famoso Kurt Gödel en las últimas etapas de su vida, creen que hay un resto de platonismo en la intuición de los conjuntos. Es verdad que hay muchas teorías de conjuntos, pero Gödel suponía, como muchos platonistas contemporáneos, que no todas ellas son verdaderas; que hay ***una*** entre ellas que es la acertada y eso sólo se puede conocer por intuición, lo cual plantea algunos problemas epistemológicos realmente difíciles.

Consideremos finalmente otro ejemplo, relacionado con la filosofía del derecho y la ética. Los valores éticos, ¿son ideas, son algún tipo de entidad intelectual, no concreta? En tal caso, ¿cómo podrían conocerse? Podría sostenerse que los valores, en general, no se hallan en el mundo de las intuiciones sensoriales ni de la experiencia de lo concreto, y por tanto la captación de los principios éticos o de la filosofía jurídica debería recurrir a algún método intuicionista. La discusión sobre este punto no es asunto acabado, lo cual no significa que la metodología intuicionista sea digna de confianza. Realmente aun la matemática contemporánea misma ha pasado por serias crisis y dificultades y no se puede asegurar que dispongamos de un método que dé ese conocimiento eterno, nítido y seguro en el que se pensaba primitivamente. Debemos descartar por consiguiente esta metodología en su pretensión de tener un carácter verificativo.

Rechazar las pretensiones justificacionistas de este método intuicionista, como las de muchos otros semejantes, no deja de provocar cierta melancolía. De haber sido válido, no serían necesarios para la investigación científica los laboratorios, las clínicas y los aparatos de experimentación. Todo ello es costoso e incómodo. ¿Por qué no limitarse a tener un escritorio y una cómoda silla para que, sentados en ella, podamos dejar vagar nuestra intuición intelectual de tal manera que las ideas se nos ofrezcan con todas sus relaciones mutuas y podamos saber cuáles son las leyes válidas del conocimiento? Éste tal vez debe ser todavía el método preferido de quienes quieren encontrar las leyes por un camino filosófico o metafísico estricto, sin acudir a la experiencia o a las relaciones con lo fáctico. De cualquier modo, aunque una metodología intuicionista pudiera tener éxito en el caso de la matemática, no parece aconsejable aceptarla en materia de conocimientos médicos. Al menos, quien esto escribe no está dispuesto a requerir los servicios de un profesional que afirme haber obtenido su conocimiento por medio del método del escritorio, la silla cómoda y la intuición intelectual.

El intuicionismo kantiano

El segundo método intuicionista está relacionado con las teorías de Immanuel Kant acerca del conocimiento. No es nuestro propósito hacer una exposición completa de todo el orden complicado y dificultoso de sus tesis. Lo que deseamos destacar es que, para Kant, en materia ontológica, es necesario discriminar entre dos clases de objetos. Por una parte se tiene el objeto real propiamente dicho, que él denomina el "objeto en sí" o "noúmeno", y del cual reconoce que es realmente inaccesible y vedado a nuestro conocimiento directo. Por tanto, no podemos verificar nada que sobre él se diga. Ésta es al menos su posición en la *Crítica de la razón pura*, aunque en libros posteriores sostendrá que en algunas ocasiones muy peculiares hay manera de conocer ciertos objetos en sí. El otro tipo de objeto es el fenómeno, algo semejante a lo que ahora llamamos el dato sensorial y esto sí es lo que aparece como una suerte de "átomo de experiencia" ante nuestra subjetividad y puede ser conocido directamente por intuición sensorial. Lo que ocurre es que, además de conocer fenómenos, nosotros pretendemos conocer objetos. El gran físico y filósofo Ernst Mach pretendía edificar una física a partir de sensaciones, pero habitualmente lo que se quiere es más bien concebir una ciencia del comportamiento de los objetos. Sin embargo, para Kant, los objetos de los cuales hablan la física y la ciencia fáctica en general no son los objetos en sí que acabamos de mencionar, sino ciertas construcciones complicadas que hacemos con los fenómenos, agrupándolos según esquemas y categorías que (y esto es lo fundamental) son provistos por nuestra propia subjetividad y son independientes y previos a la aparición de los fenómenos. En cierto sentido, somos nosotros los que damos nacimiento a la objetividad, obligados por una necesidad, incluso biológica, ya que de otro modo no podríamos lidiar con los meros fenómenos.

Pero la subjetividad aporta, además, el modo en que se ordenan los fenómenos en nuestro conocimiento, lo cual está impuesto por el aparato perceptual. Éste, para *no tratar con un conjunto desconcertado e inconexo de fenómenos*, les *impone un* orden que se vincula estrechamente a nuestra percepción del espacio y del tiempo. En realidad, espacio y tiempo no son objetos, aunque en cierto sentido los objetivizamos. Lo que existe son los fenómenos y los objetos que nosotros construimos, pero nuestro aparato perceptual impone, como condición para que la percepción sea posible, ciertas formas de ordenación de los fenómenos que dan lugar al espacio y al tiempo. Como el mismo Kant acepta, otros seres distintos del humano, que tuvieran una estructura innata diferente, podrían no construir el espacio y el tiempo, o no hacerlo de la manera en que nosotros lo hacemos. En síntesis, las condiciones preimpuestas a la percepción en nuestro aparato perceptual, el esquematismo, como dice Kant, y el sistema categorial, son la contribución subjetiva a nuestra construcción, entendimiento e inteligibilidad del mundo. Y eso se nos aparece como verdadero y constituyendo leyes generales por intuición, ya que, en realidad, somos nosotros mismos quienes, por nuestra propia naturaleza, hacemos funcionar así el mundo fenoménico. Puede decirse, entonces, que también conocemos por intuición todas las formas y cualidades que provengan del sistema categorial y del sistema perceptual. Ésta es la explicación de lo que Kant denomina el *a priori*, que es precisamen-

te todo aquello que conocemos previa e independientemente de la experiencia y que, según él, está ligado a nuestro conocimiento de las verdades matemáticas y de las leyes generales de la ciencia natural.

Esta interesante manera de plantear la naturaleza del conocimiento, al igual que la platónica, ejerce todavía su influencia filosófica y se refleja en algunas epistemologías que discutiremos más adelante, como la que sostiene Thomas Kuhn. Lo que ocurre es que aquí se presentan nuevamente las mismas objeciones aplicables al caso platónico. Por ejemplo, podría haber perturbaciones en el aparato esquematizador y categorial de un ser humano, cosa nada difícil de presumir porque cualquier psiquiatra acepta que, dado que se producen disfunciones de carácter subjetivo, podría haberlas en particular en este terreno. ¿A qué acudiríamos entonces para decidir si este tipo de conocimiento es acertado o no? También el argumento de la historia de la ciencia es atingente: si la naturaleza humana es como Kant supone, no se comprende por qué, según revelan las estadísticas, en la actualidad la vida media de una teoría científica de nivel algo restringido es de alrededor de siete meses. De cualquier manera, esta aprehensión de las condiciones que impone nuestra naturaleza para poder tratar con objetos y fenómenos es también una intuición (que incluso Kant, en algunas circunstancias, llama "intuición pura") ligada, no a la intuición del fenómeno, a lo empírico, sino a la del sistema esquematizador o categorial que poseemos para entendernos con los fenómenos. Al fin y a la postre, la aproximación kantiana termina de la misma manera que la platónica, sin darnos realmente seguridad alguna acerca de cómo fundamentar el conocimiento. Es otra vía a la verificación con la que aparentemente no podemos contar.

El método demostrativo aristotélico

Como ya hemos mencionado, el notable filósofo Aristóteles redactó una serie de textos dedicados a problemas correspondientes a disciplinas que hoy llamaríamos semántica, lógica, teoría de la ciencia y metodología científica. En los *Segundos analíticos*, un tratado de epistemología o de fundamentación de la ciencia, después de hacer una distinción entre un tipo de práctica tecnológica o artística en que el conocimiento se adquiere por el mero ejercicio práctico de nuestras aptitudes de conocer (*techné*), manifiesta que el verdadero conocimiento, el que está fundamentado (*episteme*), sólo se alcanza en una etapa peculiar y final de un proceso de conocimiento, que actualmente es denominado el "método demostrativo aristotélico". Lo caracterizaremos reduciéndolo a un número relativamente escaso de afirmaciones, con lo cual corremos el riesgo de distorsionar lo que en realidad es una rica colección de puntos de vista acerca de la naturaleza de las cosas y de la aptitud racional del hombre para conocerlas.

En Aristóteles, el proceso de conocimiento debe dividirse en dos etapas. La primera es *una serie de pasos a través de los cuales se va despertando nuestra aptitud* de conocimiento y se sugieren posibles verdades generales o leyes acerca de lo real. Pero en una segunda etapa la problemática se centra alrededor de los procedimientos mediante los cuales sería posible verificar las potenciales verdades o leyes

científicas sugeridas en la primera etapa. Por el momento supondremos que se han propuesto ciertas leyes científicas y el problema es cómo proceder a verificarlas. Y es aquí donde surge, en un sentido ya más técnico, el método demostrativo de Aristóteles. Los siete supuestos que enunciaremos a continuación se refieren específicamente a este problema, el de la prueba.

1) El primer supuesto, de orden ontológico, afirma que para cada ciencia o disciplina en particular hay un género o tipo de entidades que constituye el objeto o propósito de estudio de la misma. Un género es una clase de entidades caracterizadas por rasgos o propiedades esenciales a ellas y que no están presentes en otras. Así, para Aristóteles, son ejemplos de géneros "animal", "vertebrado" y "mamífero". Aristóteles supone que, como hay distintos géneros, hay también distintas disciplinas, *cada una consagrada al estudio de tales peculiaridades esenciales, y en algunas* circunstancias accidentales, que puedan convenir al género. Ya hemos señalado que en lugar de pensar en disciplinas y sus objetos de estudio, en la actualidad nos inclinamos más bien a pensar en términos de problemáticas que el científico tiene que resolver. Pero desde el punto de vista de Aristóteles, una disciplina se consagra a un género, que debe ser lo suficientemente amplio como para que las leyes que resulten del estudio tengan realmente generalidad y no sean algo así como una investigación parcial o local. Probablemente Aristóteles aceptaría el carácter de disciplina de la geometría, pero no el de la trigonometría, pues ésta se refiere exclusivamente a triángulos. Pensaría que "triángulo", aunque es un término que corresponde a un género, no tiene una extensión suficientemente amplia e importante. La geometría, en cambio, parecería realmente constituir una legítima disciplina, pues se ocupa de toda clase de figuras planas y espaciales.

Hay muy distintos tipos o categorías de géneros y esto justifica que haya disciplinas diferentes. Aristóteles acepta además que algunos de los géneros importantes presuponen o están incluidos en géneros más amplios anteriores; así, la noción de "cuerpo" que se utiliza en física presupone la noción de "cuerpo geométrico" o "figura", y esto indicaría una suerte de carácter subsidiario de ciertas disciplinas respecto de las otras. *Por el momento lo que importa es comprender que Aristóteles* no está pensando en una suerte de ciencia unificada que pueda ocuparse de todas las cosas. No sería en la actualidad un adepto de las corrientes que cultivaban los llamados "positivistas lógicos" y también muchos filósofos norteamericanos, que llevaron a la redacción de la *Enciclopedia internacional de la ciencia unificada*, cuyo propósito era ofrecer una ciencia que, por su metodología y por su temática un tanto reduccionista, permitiera encontrar leyes válidas para todos los ámbitos y deducir todos los problemas particulares a partir de estas leyes. De hecho, en este punto, Aristóteles pensaría lo contrario: cada ciencia tiene sus peculiaridades, que corresponden a la idiosincrasia de cada género. No obstante, en un cierto aspecto, Aristóteles estaría de acuerdo con el temperamento de la ciencia unificada: que la metodología general o estrategia para fundamentar cada una de las disciplinas sería común a todas. Tal vez por eso el método demostrativo lleva hoy su nombre. Aristóteles tampoco acompañaría a las tendencias contemporáneas según las cuales la ciencia es fundamentalmente un discurso y el análisis de la ciencia sería el análisis

del mismo. Para Aristóteles, una ciencia, aunque se exprese por un discurso, tiene una temática que es extralingüística y que corresponde a los objetos, cosas o entidades que integran la realidad en la que estamos inmersos. La ciencia, desde el punto de vista aristotélico, se ocupa de cómo es esta realidad y tiene la osadía de pretender fundamentar nuestro conocimiento de las cosas. No es una aventura meramente lingüística.

2) Aristóteles piensa que luego de las actividades o procesos que puedan llevar al investigador a obtener conocimiento, lo principal es cómo este conocimiento se condensa o cristaliza en afirmaciones. El segundo supuesto aristotélico versa precisamente sobre esta cuestión lingüística: cada disciplina científica es una colección de enunciados acerca de los objetos o entidades de los que aquélla se ocupa. La ciencia tiene una estructura lingüística, aunque su propósito en cuanto a conocimiento pueda ser extralingüístico. Aquí tenemos entonces un presupuesto semiótico-lingüístico: la ciencia se constituye con signos y significaciones.

3) El tercer supuesto aristotélico es una admisión complementaria muy fuerte: los enunciados que caracterizan a una ciencia tienen que ser verdaderos. Según ya lo hemos comentado en el Capítulo 1, "verdad", para Aristóteles, implica la coincidencia entre lo que el enunciado pretende describir acerca de la realidad y lo que en la realidad acaece. De acuerdo con esto, la concepción aristotélica de la verdad es de carácter semántico, puesto que, según él, hay una relación entre los elementos lingüísticos del discurso científico y aspectos que conciernen a la realidad. (Recordemos que la semántica es la parte de la semiótica que relaciona los signos con las entidades u objetos a los cuales ellos se refieren.) Insistimos en que el concepto aristotélico de verdad no implica conocimiento y que la exigencia de que los enunciados científicos sean verdaderos es simplemente de carácter teórico, en el sentido de que la estructura lingüística constituida por la ciencia no debe contener informaciones inadecuadas.

4) Las afirmaciones de la ciencia deben ser generales y no simples afirmaciones sobre casos particulares o aspectos parciales de un género. Más aún, lo que se pide es que los enunciados sean universales, o sea que las afirmaciones deben cubrir todos los casos posibles, sin excepción. Éste es el cuarto supuesto de la ciencia aristotélica. La palabra "ley" como ya dijimos, parece responder a esta noción de universalidad. No está claro que en la actualidad adhiramos a este tipo de requerimiento, pues, como señalamos en el Capítulo 4, existen muchas razones para pensar que en las teorías científicas hay, además de afirmaciones universales, otras de carácter existencial, mixto o estadístico. Por otra parte, en una teoría científica existen, como veremos, las llamadas "consecuencias observacionales", que forman parte de la teoría y que, sin embargo, se refieren a hechos de carácter singular (enunciados empíricos básicos). Una predicción hecha con auxilio de una teoría forma parte de la teoría y, si falla, lo que se detecta es un defecto de la teoría. Pero no es ésta la idea de Aristóteles. Para él, lo particular o singular forma parte de las aplicaciones de la ciencia o bien es meramente anecdótico. Si decimos, como Euclides, que la

suma de los ángulos interiores de cualquier triángulo es 180°, estaríamos ante una afirmación científica, pero no sería así si dijéramos lo mismo de un triángulo dibujado en el piso de la plaza Falucho de Buenos Aires, lo cual no sería más que una anécdota.

5) En el quinto supuesto, Aristóteles exige de los enunciados no sólo que sean verdaderos y universales, sino también necesarios. Parece entrever, por razones distintas de las de los lógicos contemporáneos, que hay que distinguir entre las regularidades universales accidentales y las necesarias. La palabra "necesaria" no está lo suficientemente aclarada en la obra aristotélica, aunque en los *Primeros analíticos* se ocupa detenidamente de lo que hoy se llama lógica modal, o sea del tipo de deducción o afirmación que emplea no sólo la palabra "es", sino también "necesariamente es" en relación con la fuerza de ciertas afirmaciones científicas. Habría al respecto dos interpretaciones acerca de lo que significa "necesario" para Aristóteles: o bien implica algo que tiene que ver con lo que llama la "esencia o naturaleza de las cosas", y entonces distingue una verdad que se refiere a la esencia de las cosas de la que es puramente accidental, o bien piensa que "necesario" quiere decir "imposibilidad de que las cosas sucedan de otra manera".

Para los lógicos actuales "necesario" y "posible" son palabras interdefinibles, pero Aristóteles parece pensar, seguramente por influencia de la matemática naciente, que una ciencia no es realmente tal si ofrece afirmaciones que no sean necesarias, y sólo alcanza el verdadero nivel de disciplina científica si todas las afirmaciones tienen ese carácter de necesidad. La distinción de Aristóteles entre la ley científica y la generalización accidental (que comentamos en el Capítulo 4 empleando aquel ejemplo de la comisión directiva de un club de fútbol cuyos miembros eran todos calvos) es una exigencia muy fuerte, ya que una teoría científica no podría estar integrada con meras generalidades sino con generalidades necesarias. Curiosamente, muchos epistemólogos contemporáneos aceptan de manera implícita algo similar a lo que exige Aristóteles. Se puede advertir en Reichenbach y también en Popper, quien afirma en *La lógica de la investigación científica* que los principios de una teoría están constituidos por afirmaciones generales pero sujetas a ciertas condiciones que no las hacen ser simplemente una descripción de uniformidades casuales. No obstante, ésta es la exigencia aristotélica más problemática y quizá la más desmentida en la historia de la ciencia. Muchas afirmaciones científicas que se consideraron como verdades necesarias finalmente se manifestaron no solamente como contingentes, sino también, en ciertos casos, lisa y llanamente como falsedades.

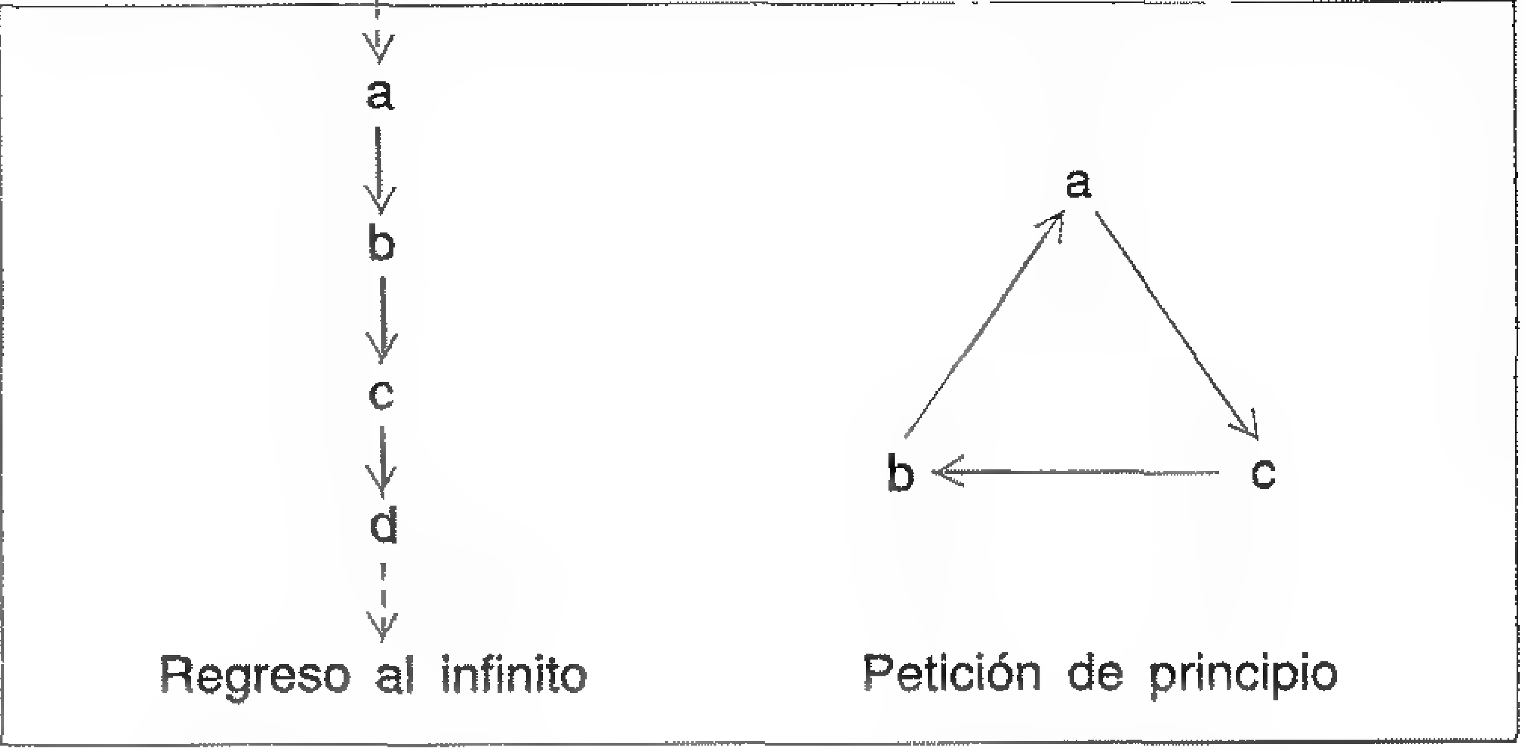
6) El sexto supuesto de Aristóteles es un verdadero acierto: las consecuencias lógicas de enunciados de una disciplina científica también forman parte de ella. Debería aclararse que tal cosa ocurre a condición de que el vocabulario utilizado en las premisas y la conclusión de las deducciones empleadas sea el que corresponde a la disciplina. En su jerga técnica, los lógicos actuales expondrían esta exigencia aristotélica diciendo: una disciplina científica tiene que estar "cerrada" para la operación de deducción. O sea, todo lo que se deduce dentro de una ciencia pertenece a esa ciencia. En este punto, según ya hicimos notar en el capítulo anterior,

se advierte que la lógica, y en particular la teoría de la deducción, tiene una importancia crucial. La posibilidad de propagar el conocimiento mediante deducciones, a partir de conocimientos ya existentes, revela una gran ventaja respecto de un método más primario que pretendiese obtener de manera independiente cada una de las infinitas verdades que constituyen el conjunto de enunciados de una disciplina.

Esta propuesta parecer provenir del matemático Tales de Mileto, aunque algunos historiadores sostienen que el mérito corresponde a los antiguos egipcios, en particular a la casta sacerdotal, y que Tales lo aprendió de ellos durante un viaje por Egipto. Sea como fuere, de hecho, Aristóteles se ocupa en forma sistemática del problema, lo analiza y ofrece reglas pertinentes para su empleo. Es uno de los pocos temas donde Aristóteles, que en sus escritos es generalmente prudente, serio, ceñido y, por qué no, a veces aburrido, deja traslucir un cierto carácter humano, porque dice respecto de sus estudios de lógica y de metodología: "Acerca de estas investigaciones creemos que no hay precedente y que nuestra contribución es totalmente original". Es la única vez en que se ve a este hombre haciendo algo semejante a mirarse sonriente en el espejo.

De todos modos, se comprende que esta exigencia obliga a estudiar en qué medida la deducción lógica garantiza la conservación de la verdad, pues, de no ser así, habría una colisión con el tercer supuesto, la exigencia de que todos los enunciados sean verdaderos. Y es precisamente por esta razón de carácter práctico y epistemológico que Aristóteles se ocupa de lógica en sus tratados principales: tiene necesidad de establecer cuáles son los razonamientos que, efectivamente, son correctos, y por tanto garantizan la obtención de conclusiones verdaderas a partir de premisas verdaderas. Aun los filósofos menos respetuosos del papel de la lógica en ciencia están obligados a admitir esta exigencia aristotélica.

7) El séptimo supuesto es esencial para la problemática que estamos discutiendo en este capítulo. ¿Cómo se verifican las verdades científicas? La tentación en este punto es valerse del sexto supuesto y decir que para probar una verdad científica lo que hay que hacer es deducirla de verdades anteriores ya obtenidas. No es mala idea en una gran cantidad de casos. Pero se comprende fácilmente que con este método como única herramienta tendremos serias dificultades. Supongamos tener un enunciado *'a'* y que alguien afirmara que está probado, que es verdadero. Podríamos preguntar: "¿Y cómo lo sabemos?". De acuerdo con el sexto supuesto diríamos "Porque lo hemos deducido de una verdad anterior, *'b'*". Nuevamente tendríamos el derecho de preguntar al que así se explicó, "¿Y cómo se supo que *'b'* es verdadera?", y obtendríamos como respuesta "Porque en su momento se la dedujo de *'c'*". "¿Y cómo se supo en su momento que *'c'* es verdadera?" "Porque en alguna ocasión se la pudo deducir de *'d'*", que es verdadera. Se comprende que si no hay otro procedimiento de prueba, este diálogo continuaría indefinidamente, y nos hallaríamos en presencia de lo que se denomina un "regreso al infinito", un continuo e indefinido posponer la prueba, desplazándola de cada etapa a una etapa anterior. Es como el caso de aquel personaje que pretendía pintar el techo, sin emplear escalera, colgándose de la brocha: en realidad no hay ningún punto de donde sustentarse.



¿Habrá una salida alternativa para evitar el regreso al infinito? Podríamos imaginar, en lugar de la figura anterior, una disposición triangular de los enunciados *'a'*, *'b'* y *'c'*. Si preguntamos: "¿Cómo sabemos que *'a'* es verdadero?", la contestación podría ser: "Porque lo dedujimos de *'b'*". "¿Y cómo se sabe que *'b'* es verdadero?" "Porque lo dedujimos de *'c'*." "¿Y cómo se sabe que *'c'* es verdadero?"

"Porque lo dedujimos de *'a'*." Efectivamente, así hemos evitado el regreso al infinito porque está involucrado solamente un número finito de elementos; pero en compensación hemos obtenido un círculo vicioso que, con mayor propiedad en este caso, se denomina una "petición de principio". De hecho, *'a'*, que es lo dudoso, sirve de fundamentación a aquel enunciado en el cual pretendemos basarnos para probar *'a'*.

Como en su momento ya hemos señalado, de lo falso puede deducirse lo falso y en el triángulo vicioso que hemos dibujado podría muy bien suceder que *'a'*, *'b'* y *'c'* fuesen falsos, de manera que la argumentación anterior no constituye en modo alguno una prueba. Construyamos un ejemplo. En matemática, cuando se suma o se resta un mismo número a ambos miembros de una igualdad se obtiene otra igualdad. Supongamos que alguien afirmara que "1 = 2" es un enunciado verdadero. ¿Cómo lo sabe? Porque, nos dice, se deduce de "2 = 3" restando 1 a cada miembro de la igualdad. Pero, ¿cómo sabe que "2 = 3"? Ah, responde tranquilamente, porque se deduce de "3 = 4" restando 1 a cada miembro de la igualdad. Pero, por Dios, ¿cómo sabe que "3 = 4"? Bueno, se deduce sumando 2 a cada miembro de la igualdad "1 = 2". Es evidente que las deducciones son correctas porque sumar o restar miembro a miembro es algo permitido para la matemática, pero los tres enunciados son falsos.

Lo que acabamos de observar muestra fehacientemente que si sólo se dispone del método indicado en el sexto supuesto, podríamos encontrarnos con regresos al infinito o con círculos viciosos. Es claro para Aristóteles que tiene que haber alguna otra cosa capaz de permitir verificar al menos *algunos* enunciados de la ciencia y entonces sí, a partir de allí tendríamos un fundamento para obtener por deducción lo restante. Esto es lo que lleva a Aristóteles a admitir que unos pocos enunciados de la disciplina científica que estamos tratando de fundamentar no necesita ser justifica-

do a partir de otras verdades, ya que su simplicidad y su evidencia bastan para advertir que son verdaderos y para darlos por autojustificados*. Estos enunciados, que *vamos a llamar momentáneamente "enunciados de punto de partida", se justifican* pues por evidencia y permiten, tomándolos como premisas, que por deducciones correctas y reiteradas se obtengan todos los demás enunciados de la disciplina. De acuerdo con todo ello, la justificación de los enunciados científicos, su verificación o prueba, se efectúa por medio de dos tipos de métodos. El primero, reservado para unos pocos enunciados, consiste en la aprehensión, mediante evidencia, de la verdad de los principios o puntos de partida de una ciencia; el segundo, para los restantes, consiste en obtenerlos mediante deducciones.

Los principios, para Aristóteles, son de tres clases: axiomas, postulados y definiciones. Los axiomas son precisamente los enunciados que, por evidencia, exhiben su propia verdad. Los postulados, dice casi por única vez Aristóteles en un pasaje de los *Segundos analíticos*, sin que esta idea sea convenientemente analizada, son aquellos enunciados que admitimos como verdaderos porque sin ellos el resto de la ciencia no podría construirse. Y las definiciones podrían considerarse, por ejemplo, como enunciados cuya verdad proviene tanto de razones metafísicas como semánticas, según se entienda la definición como real o nominal. En este segundo tipo de definición, la verdad de un enunciado surgiría de la definición que se ha dado de los términos que se están utilizando. Se comprende, por ejemplo, que podría admitirse que por dos puntos pasa una única recta si en la definición de "recta" se exigiera, para las entidades a las cuales se va a aplicar la palabra "recta", la propiedad de que por dos puntos pase una y sólo una, que, de paso sea dicho, no es el procedimiento que emplea Euclides cuando se ocupa de este punto.

Es curioso que Aristóteles señale tres fuentes por las cuales se puede fundamentar el punto de partida de una ciencia: la evidencia, la conveniencia y razones de carácter semántico. El caso de los postulados es extraordinario. Si Aristóteles hubiera sacado más partido de la idea de que hay que admitir ciertos enunciados porque de otra manera la ciencia no se puede construir, hubiera entrado prácticamente de lleno a lo que hoy se llama el método hipotético deductivo. Éste, como veremos luego, consiste en fundamentar una investigación en supuestos o conjeturas que son admitidos porque de otra manera no dispondríamos de procedimientos explicativos y predictivos, inherentes a la tarea de investigación científica. Aristóteles no explica demasiado sobre este punto y no justifica cómo puede considerarse que el conocimiento científico llega a su mejor etapa y a la noción de prueba sobre la base de la admisión convencional, casi por razones oportunistas, de enunciados que hay que admitir porque de otra manera no es posible la actividad científica. Pero es muy claro que Aristóteles privilegia el papel de los axiomas, aquellos que se obtienen por evidencia, y por tanto su método podría ser resumido al máximo de la siguiente mane-

* *Evidencia* es utilizada aquí para designar un tipo de proceso psicológico que hace comprender que lo que se dice coincide con lo que ocurre, ya sea por la naturaleza de las ideas que se emplean, ya sea por la naturaleza de las sensaciones o fenómenos ante los cuales nos hallamos. No empleamos la palabra "evidencia" entendida como "indicio favorable" a una hipótesis o conjetura en discusión.

ra: a) los axiomas se verifican por su evidencia; b) todos los demás enunciados, por deducción a partir de los axiomas.

Conviene en este punto aclarar una cuestión de nomenclatura. Las deducciones o razonamientos correctos que toman los axiomas o principios de la ciencia como premisas son denominados por Aristóteles "demostraciones", y esto es precisamente lo que explica que se denomine a este método "demostrativo". No se debe confundir deducción con demostración. Las demostraciones son deducciones a partir de *los principios de la ciencia; pero las deducciones no tienen por qué ser demostraciones.* Como el mismo Aristóteles lo advierte con toda claridad, hay deducciones que parten de opiniones, de creencias y aun, como él mismo lo dice, de creencias equivocadas. Los enunciados que se justifican mediante demostraciones se denominan "teoremas". Como reconocerá el lector, la nomenclatura "axiomas", "postulados", "demostraciones" y "teoremas" es típica de la disciplina que Aristóteles adopta, sin duda, como paradigma de esta concepción metodológica, la geometría. Como ya dijimos, se inspira al parecer en los trabajos de Teetetos, el matemático que es citado por Platón en sus diálogos (uno de los cuales lleva precisamente ese nombre), y los de quien fuera quizás el verdadero genio creador de la geometría griega, Eudoxio, el primer autor de una teoría de la medida.

La actividad de investigación científica requiere, según Aristóteles, el concurso de los "*pescadores de principios*", que *actuarían una sola vez al comienzo de la ciencia*, pero que tienen una labor muy importante y seguramente deberían ser muy bien remunerados, y el de los lógicos, quienes serían, desde este punto de partida y en forma indefinida, los responsables de obtener las deducciones, las demostraciones que producen los teoremas. Como el autor de este libro es un lógico, comparte complacido este punto de la metodología aristotélica por razones gremiales, ya que garantiza empleo perpetuo a los que cultivan la disciplina formal que denominamos "teoría de la deducción", uno de los capítulos principales de la lógica.

La jerarquía que Aristóteles impone a la estructura de una determinada ciencia o disciplina permite realizar a la vez distintas operaciones que son inherentes al método científico. Lo que enuncia un teorema queda explicado precisamente por la demostración del mismo a partir de los enunciados evidentes que constituyen el punto de partida de la disciplina. *La evidencia se autojustifica y se autoexplica; los razonamientos* lógicos propagan la verdad y justifican las nuevas verdades que se obtienen. Si alguien, por ejemplo, no comprende por qué la suma de los ángulos interiores de todos los triángulos debe ser precisamente 180° y no 175° o 213° (al fin de cuentas, podría haber triángulos "flacos" y triángulos "gordos"), ¿qué explicación le daríamos? La misma que hoy le damos a cualquier estudiante de geometría: las cosas tienen que ser así y no de otra manera porque se deducen de los axiomas de la geometría euclídea. Y para esto pasaríamos a mostrar, en el caso de la suma de los ángulos de un triángulo, que su valor es 180° porque el enunciado es la conclusión de un razonamiento que parte de los axiomas, es decir, un teorema.

Pero si consideramos, por ejemplo, la disciplina psicológica, ¿cómo habría que investigar de acuerdo con el pensamiento aristotélico? Hasta el momento, de la *siguiente manera. Por de pronto, no estar demasiado incómodo, porque habrá que* pensar mucho; conviene hacerlo con la confortable silla del intuicionista platónico.

Una vez instalados en ella, hay que colocarse en actitud meditativa y aprehender los principios de la ciencia. Luego, a partir de ellos, hay que deducir, deducir y deducir. Parece dudoso que se pueda llegar al conocimiento de la naturaleza de la mente humana de este modo, tratando de captar cuáles son los axiomas o postulados que describen lo evidente en la conducta o el funcionamiento de la psiquis, y más dudoso todavía que lo restante se pueda obtener por deducción lógica. ¿Dónde están los tests? ¿Dónde está el valor de la clínica psicoanalítica? ¿Dónde están las encuestas y los experimentos? Lo mismo que estamos diciendo de la psicología podría aplicarse a otras disciplinas. ¿A quién se acudiría para obtener los principios de la política? A nosotros mismos, indudablemente, pues, como se sabe, somos los mejores portadores de evidencias; las de los otros sólo valen si coinciden con las nuestras y de no ser así los demás estarán equivocados y constituirán un peligro potencial. Esto no es meramente una humorada, porque es origen de persecuciones ideológicas, dictaduras, guerras y genocidios.

Estas concepciones de Aristóteles podrían llevar a la creencia de que es un mero formalista, porque no vincula realmente la investigación científica con la realidad y con la experiencia. Pero no es así. Sería injusto para con Aristóteles pensar que su metodología se agota con los procedimientos hasta ahora descritos, puramente racionalistas, sin que sea necesario utilizar laboratorios, hechos clínicos, hechos tecnológicos u observaciones. Pues hay en el método aristotélico una fase anterior a las que hemos tratado hasta ahora, que curiosamente es de carácter empírico, observacional e inductivo, y que podría caracterizarse mediante los siguientes tres "consejos": 1) *observación de casos aislados de un fenómeno; 2) reiteración de la observación* hasta disponer de una muestra considerable de casos; 3) generalización de lo observado en la muestra a todo el género o conjunto de entidades en estudio. Se trata de etapas previas que podrían denominarse, respectivamente, casuística, muestral e inductiva. Es muy interesante señalar que Aristóteles es el primero que habla de inducción y señala su papel esencial en el desarrollo de la ciencia. Ello permite comprender por qué muchos filósofos de tradición inductivista, como John Stuart Mill, lo señalan como el primer filósofo que emplea el método científico. Y realmente en parte es así. De acuerdo con Aristóteles, para captar las leyes de la dinámica y hacer una construcción de esta ciencia similar a la que posteriormente hará Euclides para la *geometría, habría que sentarse en el puerto del Pireo, observar* cómo se mueven los barcos y consignar la relación que hay entre la velocidad que adquieren en relación con la fuerza que las impulsa, que se estima por el número de remeros que emplea cada nave. Aristóteles hizo algo semejante. Llegó a la conclusión de que la velocidad es proporcional a la fuerza, error que no condice con la dinámica posterior, aunque hay que tener en cuenta que en realidad estaba investigando el movimiento de los cuerpos en un medio viscoso. Pero lo que importa es que la conclusión a la que arriba Aristóteles es alcanzada observando casos, habiendo reunido una cantidad ponderable de ellos y haciendo luego una generalización a todos los casos que se hallan en las mismas condiciones. Claro que Aristóteles obtiene de esta manera una presunta verdad, no una *prueba. La inducción proporciona algo así* como un tópico a investigar, origina el interés de decidir si la generalización obtenida de este modo es válida o no; llegado a este punto, Aristóteles piensa que la justificación dependerá de la captación de la evidencia, de modo que la inducción es algo así como un mecanismo para despertarla.

El método demostrativo aristotélico tiene muchas analogías con los métodos actuales de investigación científica y con las concepciones contemporáneas de las teorías científicas. Hay principios, hay deducción, y la forma de obtener los principios (forma inductiva no justificativa) parece muy semejante a la manera en que se obtienen muchas hipótesis por un método inductivo estadístico, a condición de que no se pretenda que la manera de obtenerlas equivalga a probarlas. ¿Cuál es la diferencia? Que Aristóteles hace depender de una operación ajena a la experiencia la prueba verificativa final, en la que cuenta sólo la evidencia. El valor de su metodología queda ligado a la confianza que podamos tener en la evidencia y aquí estamos ante su talón de Aquiles. En materia de captación de la evidencia, Aristóteles es tan intuicionista como lo era Platón o lo sería el propio Kant. Admite la existencia de una facultad humana que puede, en virtud de las relaciones entre las ideas y significados involucrados en ciertos enunciados, autojustificar a éstos. Las críticas al intuicionismo platónico o kantiano podrían ser aplicadas aquí. ¿Cómo sabemos que una evidencia no está perturbada, distorsionada y no es meramente una pseudoevidencia? Y podríamos también mostrar muchos casos históricos de evidencias que terminaron finalmente por convertirse lisa y llanamente en falsedades. De modo que, aun reconociendo la importancia y los aspectos acertados de la concepción aristotélica, debemos convenir su invalidez como instrumento metodológico, al igual que los anteriores. Veremos sin embargo que, en el método hipotético deductivo para las ciencias fácticas y en el método axiomático formal para la matemática, mucho del espíritu aristotélico está, por así decir, reconstruido actualmente de una manera que lo hace más aceptable.

En la historia de la ciencia y de la filosofía, esta *metodología demostrativa* ejerció una notable influencia, como lo prueba la fundamentación de la geometría hecha por Euclides, que es una suerte de réplica del pensamiento aristotélico. Que se dispusiera de semejante metodología, indudablemente debía dar mucha confianza en el intelecto humano y eso fue beneficioso, a través de la escolástica, para la aparición final, a partir del siglo XVII, de la ciencia moderna como algo a lo cual racionalmente se le puede tener confianza. Posteriormente, la influencia de la doctrina aristotélica reapareció de muchas formas. Indudablemente, la metodología de Newton en los *Principia* parece estar inspirada en el método aristotélico, aunque los principios newtonianos tienen un carácter más problemático y conjetural antes que de verdades indiscutibles. En el siglo XVIII, se advierte la influencia de la metodología aristotélica en la fundamentación y reformulación de la mecánica realizada por Lagrange y Laplace. En el ámbito filosófico podríamos citar la *Ética* de Spinoza, escrita a la manera geométrica, un notable ejemplo de utilización (no discutiremos si con éxito o no) de este tipo de metodología, empleada con el propósito de fundamentar la ética. Mencionemos por último el caso de la jurisprudencia, en la que comprobamos la existencia de teorías (como la del derecho constitucional), basadas en códigos y leyes que proporcionan enunciados que para muchos -¡no para todos!- se consideran evidentes o necesarios, y que se completan con otros, admitidos como verdaderos pues se obtienen por deducción a partir de aquéllos.



El problema de la verificación.
Segunda parte: la metodología inductivista



El filósofo alemán Rudolph Carnap (1891-1970) fue uno de los principales animadores del llamado Círculo de Viena, vinculado a la tendencia epistemológica conocida como empirismo lógico. Carnap adhirió inicialmente a la metodología inductivista de dicha propuesta, pero derivó luego hacia posiciones más cercanas al hipotético deductivismo.

El método inductivo

Hemos mencionado en un capítulo anterior el llamado método inductivo, al que también se ha pensado como instrumento apto para el contexto de justificación, es decir, para la verificación o prueba de los enunciados científicos. Aquí los ejemplos y los temas corresponden especialmente a las ciencias fácticas y quizá con mayor propiedad a las ciencias naturales. Recordemos que no siempre, cuando se habla de método inductivo, hay que interpretar que se trata de un método de prueba. Ya hemos reconocido en el método inductivo un instrumento apto para obtener hipótesis y conjeturas, pero ahora debemos tratar con mayor detalle las pretensiones que pueda tener a propósito de la justificación.

Ya dijimos que Aristóteles concebía el método inductivo como un procedimiento para obtener presuntas verdades que luego, por el método demostrativo, debían ser sometidas a prueba o verificación. Se debe más bien a sir Francis Bacon y posteriormente a muchos otros pensadores, especialmente John Stuart Mill, el haber considerado al método inductivo como un procedimiento de prueba en sí mismo. Antes de discutir la legitimidad de este método, tratemos de dar una idea de su aplicabilidad. Supongamos que se dispone de una serie de enunciados observacionales verdaderos, todos los cuales afirman la pertenencia de una determinada propiedad a objetos de cierta clase o población. Escribiéndolo de una manera más formal: supongamos tener las premisas

A tiene la propiedad p
B tiene la propiedad p
C tiene la propiedad p
D tiene la propiedad p
....

donde A, B, C y D designan objetos de una determinada muestra o clase de objetos o individuos que se están investigando. Admitamos además que el número de estas premisas es "suficientemente grande" y que todas ellas están verificadas. Propongamos entonces la siguiente conclusión:

para todo x, si x es un 'Q', entonces x tiene la propiedad p

donde 'Q' es la clase o muestra de objetos en estudio. Sin duda estamos en presencia de un razonamiento que avanza desde las premisas anteriores hasta esta conclusión. Las premisas son todas singulares y la conclusión es una generalización de la cual podría decirse que las premisas son algunos casos particulares. Agreguemos a lo dicho que no se dispone de ninguna premisa que afirme de cierto objeto M, que también forma parte de 'Q', el no tener la propiedad p. Resumiendo, se tiene un número suficientemente grande de premisas verificadas sin que se conozca ninguna que sirva de contraejemplo de la generalización final. Como ya hemos señalado en un capítulo anterior, este razonamiento será llamado una inducción y lo que el método inductivo considera es que, si el número de premisas es suficientemente gran-

de, la conclusión puede darse como verificada. Un ejemplo de tal modo de razonamiento sería:

A tenía la enfermedad *e*, se le dio la droga *d* y curó
B tenía la enfermedad *e*, se le dio la droga *d* y curó
C tenía la enfermedad *e*, se le dio la droga *d* y curó
D tenía la enfermedad *e*, se le dio la droga *d* y curó
....

de donde se concluye:

para todo *x*, si *x* tiene la enfermedad *e*, se le da la droga *d* y cura

Aquí se supone que se dispone de un número suficientemente grande de casos, es decir, de premisas, todas verificadas como resultado, por ejemplo, de observaciones y experimentos, y que no se conoce ninguna otra de esta forma que sea falsa. La conclusión puede, para la metodología inductivista, considerarse justificada.

Este tipo de razonamiento se usa con harta frecuencia y en cierto modo parece ser la única esperanza que nos queda para poder introducir leyes generales de carácter fáctico, es decir que conciernen a la realidad en la que estamos inmersos, ya que los métodos intuicionistas y racionalistas no han dado resultado. La práctica parece coincidir con la metodología según la cual hay que emplear inducciones. El examen de casos y el "salto" que proporciona la correspondiente generalización, se nos ocurre, presta fundamento a la autorización de venta de medicamentos, como en el ejemplo anterior, o a nuestra creencia en ciertas leyes físicas, químicas y biológicas. Pero, a riesgo de irritar al lector, insistimos: no debemos confundir el "método inductivo" entendido como una suerte de fábrica de hipótesis generales a partir de ciertos datos, con este "método inductivo" que pretende dar por probada o verificada la conclusión a partir de premisas singulares como las anteriores. Lo que sigue corresponde estrictamente al método inductivo como presunta metodología justificacionista.

Las críticas a la inducción

Pese a la influencia que esta metodología ha tenido en la filosofía de la ciencia, en los textos de lógica y de epistemología, y aun en las creencias y lenguaje de los propios científicos respecto de lo que hacen, parece haber habido una suerte de malentendido histórico respecto de su eficacia probatoria. Ya dijimos que un método de este tipo, en principio, sólo podría aplicarse a los enunciados de segundo nivel o generalizaciones empíricas. Se supone que los casos particulares que se mencionan en las premisas provienen de la observación y, por consiguiente, no poseen términos teóricos: son enunciados empíricos básicos, de primer nivel. Si queremos generalizar tales enunciados, ¿con qué nos encontraremos? Con una generalización de segundo nivel. No puede aparecer un término teórico por inducción a partir de enunciados que no lo contengan. Es verdad que, de acuerdo con nuestra distinción entre base empírica

metodológica y base empírica epistemológica, habría que considerar la situación en la que se hacen inducciones tomando como casos enunciados que emplean términos teóricos, si es que éstos se vinculan al instrumento o a las teorías presupuestas con las cuales obtenemos el dato. Pero, en ese caso, la generalización contendría términos teóricos porque los enunciados que figuran como premisas ya los contienen. Lo que no permite el método inductivo desde el punto de vista epistemológico o metodológico es acceder a una conclusión en la que figuran ciertos términos teóricos desde un lenguaje que no los contiene. ¿Cómo podríamos obtener, por generalización, un enunciado que contenga el término teórico "átomo" a partir de casos que se refieren al comportamiento observado de ciertas masas de gases particulares? ¿O los principios de la genética mendeliana, que contienen términos tales como "genes" y "alelos", a partir de premisas donde sólo figuran palabras que hacen referencia a fenotipos y a características observables de los seres vivos?

Resulta entonces que el método inductivo no puede ser ni productor ni justificador de una familia muy importante de enunciados que figuran en las más conocidas teorías científicas: los que emplean términos teóricos. Ya hemos adelantado, en el Capítulo 4, la respuesta a la pregunta acerca de cómo obtienen los científicos estos enunciados de tercer nivel. Se vincula con sus facultades imaginativas y creativas, las que permiten diseñar mentalmente modelos de la realidad, una tarea que tiene puntos de contacto con la construcción o creación de una obra artística. Ante un problema intrigante de la apariencia empírica o de la realidad cotidiana, tratamos de imaginar qué debería haber "detrás" de ello para explicar por qué las cosas observables acontecen de cierta manera y no de otra. Esto no es, en sentido estricto, una inducción, sino una estrategia modelística: el diseño de supuestas estructuras asignadas provisoriamente a la realidad y que como tales estamos dispuestos a abandonar en cualquier momento si resultan ineficaces. Cierto filósofo alguna vez se expresó en forma despectiva diciendo que el método inductivo podría ser llevado a cabo por cualquier tonto a quien se le enseñara a copiar datos y a hacer mecánicamente la generalización consiguiente. Pero otras deberían ser, en cambio, las facultades requeridas para encontrar la explicación modelística de un fenómeno, que obliga a imaginar estructuras y entidades teóricas que den cuenta de lo observado. Esto último no parece realmente estar al alcance de cualquiera. La inteligencia científica parece ir más allá de la inducción y recurrir a otro tipo de estrategias.

El argumento anterior eliminaría sólo en parte las pretensiones del método inductivo entendido como procedimiento de prueba. Admitido que éste no puede "fabricar" términos teóricos no preexistentes, podría sostenerse que, con sus limitaciones, sería de utilidad para justificar enunciados de segundo nivel, las generalizaciones empíricas. ¿Cómo se justificaría un razonamiento inductivo, que parte de la verdad de ciertos enunciados singulares y afirma la verdad de la generalización? Aquí es donde podemos analizar los argumentos que Popper, en alguno de sus escritos y especialmente en ***La lógica de la investigación científica***, emplea en contra de la presunta capacidad probatoria del método inductivo. Desarrollaremos, a nuestro modo, la argumentación popperiana.

¿Por qué hacemos inducciones? Evidentemente hay dos contestaciones posibles. O bien porque nos da la gana, o bien porque hay razones que nos llevan a hacerlas.

La primera opción, por su irracionalidad, no cuenta y por tanto hay que encontrar algún "principio de inducción" que justifique y oriente nuestra labor inductiva. Dicho principio podría enunciarse así: "en toda ocasión en que dispongamos de una generalización de la cual tenemos un número suficientemente grande de casos verificados, y ningún caso refutado, puede darse a la conclusión general el carácter de proposición verificada". El problema, entonces, es cómo se justifica, a su vez, este principio de inducción. En *La lógica de la investigación científica*, la argumentación de Popper reproduce aproximadamente otra similar debida al filósofo poskantiano Fries, autor de un razonamiento eliminatorio que consiste en el examen de tres únicas posibilidades y la demostración de que ninguna de ellas es viable. Por ello la argumentación es denominada por Popper "trilema de Fries". Daremos nuestra propia versión de este trilema, que, si bien no coincide exactamente con la de Popper, acompaña su temperamento en cuanto a la imposibilidad de justificar algo semejante a un principio de inducción.

Sólo tres posibilidades parecen permitir una justificación del presunto principio: la primera, de carácter lógico, sostendría que una inducción es un razonamiento correcto y, como tal, transmite la verdad de las premisas a la conclusión; la segunda, que estamos en presencia de uno de esos principios científicos que en el método aristotélico se consideran autojustificables en virtud de su simplicidad y evidencia; y la tercera, de carácter empírico, que el principio se justifica a partir de la experiencia o de los datos proporcionados por ella.

Antes de examinar estas tres posibilidades, advirtamos una dificultad adicional en el enunciado de este principio: se pide que el número de premisas-casos verificados de las cuales podría extraerse como verdad probada la generalización sea "suficientemente grande". ¿Qué significa "suficientemente grande"? Cualquier conjunto finito comparado con una clase o colección infinita prácticamente es, de hecho, insignificante. En segundo lugar, los estadísticos mismos no están muy de acuerdo en lo que esto podría querer significar: los criterios probabilísticos para definir un conjunto como suficientemente grande varían entre muestras de 3 000 a 1 500 ejemplares en el caso, por ejemplo, de investigaciones sobre preferencias preelectorales o bien, ya en un sentido más práctico, de 300 a 1 500 casos; de todas maneras, lo que se obtiene son números probabilísticos y, de ninguna manera, verificaciones.

Analicemos ahora las objeciones de carácter lógico, gnoseológico y empírico involucradas en el trilema de Fries. La primera posibilidad es que el principio de inducción constituya una regla de razonamiento correcto, en cuyo caso deberá garantizar la conservación de la verdad de las premisas a la conclusión; pero, por la forma del razonamiento, es fácil advertir que ello no ocurre. Para convencerse de tal cosa basta, como en toda situación en la que se quiere señalar que un modo de razonamiento no es correcto, encontrar un ejemplo con premisas verdaderas y conclusión falsa.

Aquí hemos imaginado una historia en modo alguno imposible de acontecer en la Argentina. En un momento determinado se contrata, por uno de los gobiernos de turno, a un matemático alemán para que realice en el país ciertas investigaciones. Cuando llega, se encuentra con que el gobierno ha cambiado y que ninguna de las nuevas autoridades del sistema científico sabe quién, por qué y para qué se lo contrató, pero el matemático esgrime su contrato y exige que se cumpla. Entonces se

le asigna un escritorio en uno de los institutos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas para que investigue lo que le plazca. El buen hombre empieza a reunir ciertos datos con el fin de aplicar el principio de inducción y obtener una ley. Los datos que acumula son los siguientes, numerados según el orden en que los registra:

1. El número 1 es menor que un millón
2. El número 2 es menor que un millón
3. El número 3 es menor que un millón
4. El número 4 es menor que un millón

....

y así sucesivamente, hasta que, después de un cierto lapso no breve, el sabio alemán llega al dato número 500 000 y afirma:

500 000. El número 500 000 es menor que un millón

En ese momento finaliza el contrato, el investigador tiene que regresar a su país y entonces, para redactar su informe, aplica el método inductivo y concluye:

Todo número natural es menor que un millón

enunciado que considera justificado porque ha considerado un número suficientemente grande de datos verificados y no halló ninguno que refutase el enunciado general. Desde luego, el lector dispone de muchos de ellos, tales como

El número 1 000 001 es menor que un millón

que es falso y refuta la generalización, pero el investigador de marras puede argumentar que no disponía todavía de contraejemplos durante el tiempo en que duró su investigación y que su conclusión estaba totalmente justificada según los cánones del método inductivo. El ejemplo muestra que el razonamiento lleva de premisas verdaderas a una conclusión falsa. Por consiguiente, la forma lógica de un razonamiento inductivo no es la de un razonamiento lógicamente correcto. Los adalides del método inductivo podrían en este momento decir que, si bien la forma lógica puede no garantizar la validez del razonamiento, quizás, en ciertos casos y para cierto tipo de problemas, su aplicación sea razonable. Se comprende que si esto fuese así, no ocurriría por razones lógicas sino por razones fácticas o conceptuales que corresponden al tipo de entidad que se está investigando. Como esto dista mucho de ser un planteo claro y no se advierte bajo qué condiciones el objeto de un estudio garantizaría que las inducciones a ser efectuadas serán correctas, se tiene la tajante convicción de que el principio de inducción no se puede justificar desde el punto de vista lógico.

Sigamos entonces con el trilema de Fries. La segunda posibilidad es que el principio de inducción sea uno de los principios científicos evidentes a los que se refiere Aristóteles en su metodología. Ya hemos señalado que el talón de Aquiles del

método demostrativo aristotélico es, precisamente, la convicción de que estos principios no necesitan justificación porque su simplicidad y evidencia les proporcionan autojustificación. Los argumentos que expusimos en ocasión de tratar el intuicionismo platónico y el método aristotélico, el del "daltonismo de esencias" y el vinculado con la historia de la ciencia, nos han convencido plenamente de que lo que se toma como intuición o evidencia suele ser, con frecuencia, un prejuicio, o bien podría tratarse de una captación perturbada.

Esto explica por qué Popper, al llegar a este punto, descarta inmediatamente esta segunda posibilidad y pasa a tratar la tercera, es decir, la de que el principio de inducción se pueda justificar a partir de la experiencia. Pero, ¿qué significa esto? Lo siguiente: que hemos comprobado, en un número suficientemente grande de casos que, aplicando inducciones, llegamos a generalizaciones exitosas y que, por consiguiente, si seguimos empleando el método en toda otra ocasión, siempre tendremos éxito. En sí misma, la afirmación anterior es muy dudosa porque, a pesar de que contamos con un número suficientemente grande de inducciones exitosas, hay también una apreciable cantidad de ejemplos históricos en los que las inducciones fallaron. Pero, de todos modos, es obvio que el argumento es un círculo vicioso, porque la "prueba" del principio de inducción se funda precisamente en un razonamiento inductivo: todas las inducciones son exitosas porque en un número suficientemente grande de inducciones éstas han sido exitosas. El argumento supone el empleo de una inducción para probar el principio de inducción. Podría argüirse en este punto, y así lo insinúa el mismo Popper, que la inducción efectuada para pasar de inducciones singulares al principio de inducción general no es del mismo tenor que las inducciones que utilizamos en ciencia para pasar de datos observacionales a generalizaciones empíricas. Más bien, lo que estaríamos haciendo ahora es una "metainducción", o sea, una inducción aplicada a cuestiones de metodología científica. Si se admitiera que esto es así y que una metainducción no es lo mismo que una inducción, nos encontraríamos con un problema similar al que ya hemos planteado: ¿qué justifica las metainducciones? ¿Un "principio de meta-inducción"? A éste se lo podría objetar empleando el trilema de Fries. Seguramente, se podría aducir, en el caso de que al principio de metainducción se lo considere fundado en la experiencia, habrá que introducir un "principio de meta-meta-inducción", etcétera. Tendríamos entonces un bonito regreso al infinito.

En síntesis, ni la lógica, ni la evidencia, ni la experiencia justifican el principio de inducción y esto lleva a Popper a sostener que no existe tal principio y, por consiguiente, nada semejante al método inductivo. Éste sería, dicho con sus propias palabras, un mito. Es evidente que la argumentación de Popper y el trilema de Fries nos indican que no existe un método inductivo como herramienta probatoria o de justificación, aunque no quede descartado como generador de hipótesis y conjeturas. En este libro sostendremos que el arte de construir hipótesis es uno de los aspectos fundamentales del método científico y por tanto de la actividad productora de ciencia. Nuestra conclusión es que el método inductivo no existe para el contexto de justificación, pero sí para el de descubrimiento. En este último, proponer buenas hipótesis puede ser, no solamente útil, sino la estrategia esencial para obtener conocimiento. Y hay que admitir que si un científico dispone de un número "suficientemente grande" de datos favorables a una generalización, sin que se le haya presentado hasta el momento ninguno desfavorable, es razonable que proponga la hipótesis que afirma la generalización obtenida a partir de los casos. Desde luego, ello no lo exime de la obligación de examinar tal conjetura y analizar cuáles son los elementos que operan a su favor y cuáles lo hacen en contra, de acuerdo con procedimientos que consideraremos más adelante.

El método inductivo en la historia

Es indudable que el método inductivo gozó de un gran predicamento en el curso de la historia de la ciencia y la filosofía. Recordemos nuestras consideraciones anteriores a propósito del método demostrativo aristotélico: aunque para Aristóteles los elementos probatorios son de tipo racional y, en particular, intuiciones racionales y recursos lógicos demostrativos, admite algo parecido al método inductivo en el contexto de descubrimiento (las etapas casuística, muestral y de generalización) para hallar principios que después habría que probar por intelección. Esto coloca a Aristóteles, a pesar de su temperamento racionalista, del lado de los empiristas, quienes señalan que en el método científico debe existir una primera etapa estrechamente vinculada con la experiencia, eslabón esencial para toda una cadena de etapas subsiguientes destinadas a fundamentar el conocimiento. Aclaremos que la palabra *racionalismo* es utilizada aquí para designar toda tendencia o postura filosófica que deposite en la mente y en las facultades lógicas la capacidad de construir, obtener y justificar el conocimiento, y, en tal sentido, se opone al *empirismo*, que reconoce la base del conocimiento en los datos empíricos, tanto de origen psicológico como los que puede proporcionar la experiencia cotidiana. Formas extremas de racionalismo niegan la existencia de sector alguno del conocimiento que pudiera justificarse solamente a través de la experiencia, a la vez que una concepción extrema del empirismo afirma que todo tipo de conocimiento, incluso el lógico y el matemático, descansa, en última instancia, en tales datos de la experiencia. Se entiende, por tanto, la afinidad del empirismo con el método inductivo. Es evidente, además, que un filósofo como Aristóteles no puede ser clasificado nítidamente como racionalista o empirista, ya que tanto la intelección y la lógica como la inducción desempeñan un papel en su metodología. En general, hay una gran cantidad de filósofos que no adoptan tales posiciones extremas, pues toman aspectos del racionalismo combinados con tesis empiristas y pueden por tanto clasificarse a la vez como racionalistas y empiristas. Éste sería el caso, por ejemplo, del llamado "empirismo lógico", surgido en el siglo XX, que hace descansar la fundamentación del conocimiento en aspectos empíricos pero incorpora las tácticas de estructuración y deducción que provee la lógica contemporánea.

En el siglo XVII, Francis Bacon y otros empiristas, vislumbraron la utilidad del método inductivo como procedimiento para construir conjeturas o para que la razón pueda considerar como problema presuntas leyes y generalizaciones. Indudablemente la metodología inductivista que Bacon introduce en su libro *Novum organum* implica un útil acto de presión intelectual para que los científicos no intenten deri-

var todas las leyes científicas (e incluso las éticas y jurídicas) a través de principios obtenidos exclusivamente por la vía racional, atiendan a la realidad que nos circunda y extraigan del contexto en el que existimos los datos reales en los cuales debe basarse nuestro conocimiento o, por lo menos, descansar, para su control y justificación. Por ello es que el advenimiento del método inductivo como una metodología "oficial" a partir del siglo XVII puede contemplarse, en su momento histórico, como un suceso revolucionario con relación a las concepciones epistemológicas de los antiguos filósofos de la ciencia. No obstante, lo que intenta Popper es destruir el mito de que existen dos métodos probatorios, uno para las ciencias formales como la matemática, el deductivo, y otro para las ciencias fácticas, el inductivo. Como veremos luego, una de las tesis del movimiento popperiano es que la deducción desempeña un papel esencial en todas las ciencias, y no solamente en las ciencias formales.

Es interesante destacar, en la historia de la filosofía y a propósito de los intentos para justificar nuestras creencias metafísicas y científicas, las reflexiones del filósofo David Hume, quien otorga a la inducción un papel peculiar, el de ser, en realidad, la única razón genética por la cual producimos nuestras creencias en las leyes científicas y también, en cierto modo, en las relaciones causales. La convicción de que es posible "saltar" de premisas singulares a las generalizaciones se vincularía con hábitos psicológicos; la experiencia exitosa en materia de inducciones sugiere una estrategia de conducta para garantizar nuevos éxitos en el porvenir y ésta se nos presenta como justificatoria de la adopción de leyes generales. Este análisis de Hume no pretende constituirse en prueba metodológica, sino que se trata simplemente de una indicación genética muy parecida, por otra parte, a la que luego señalaría la escuela de Pavlov en relación con los llamados "reflejos condicionados": las asociaciones que nos han quedado grabadas en nuestra psiquis por su importancia o éxito pueden ser extendidas en el futuro a todas las situaciones semejantes. Por su parte, John Stuart Mill, en el siglo pasado, intentó dar una formulación sistemática de todas las formas lógicas posibles de inducción y la manera de emplearlas para llegar a conclusiones científicamente útiles. Mill parece haber pensado a propósito de la inducción no solamente en términos genéticos, como Hume, sino también en términos probatorios, de modo que la discusión de Popper a propósito del trilema de Fries significaría a la vez una solución a los problemas de Hume acerca de la validez de la inducción y también una argumentación dirigida contra Mill en cuanto a la pretensión de construir una metodología probatoria de dirección inductivista.

Inducción y estadística

Respecto de las argumentaciones de Popper debemos agregar una nueva reflexión. En principio, podría reformularse el método inductivo, las inducciones y el principio de inducción en términos estadístico-probabilísticos. Esto significaría lo siguiente: suponer que como consecuencia del "salto inductivo" hacia la generalización, a ésta no se la dará por verificada, sino que se la afirmará con carácter probabilístico.

Para decirlo sin emplear números, de premisas tales como

A tiene la propiedad p
B tiene la propiedad p
C tiene la propiedad p
D tiene la propiedad p
....

donde A, B, C y D designan individuos de una determinada muestra 'Q' de objetos, se "salta" a generalizaciones estadísticas del siguiente tipo:

para todo x, si x es un 'Q', entonces es muy probable
que x tenga la propiedad p

De hecho, tanto el cálculo de probabilidades en matemática como la teoría de la inferencia estadística parecen intentar hacer algo como esto. Popper, a pesar de sus investigaciones acerca del concepto de probabilidad, no ve con simpatía esta tentativa. Por de pronto, señalaría con alguna razón que esto no tiene nada que ver con las pretensiones de justificación, pues acceder a enunciados probabilísticos acerca de la verdad de una proposición no es equivalente a probarla sino que simplemente indica cierta plausibilidad a propósito de ella. Podría, de todas maneras, sostenerse que el método inductivo es una metodología ***atenuada*** para el contexto de justificación: en lugar de verificar enunciados empíricos, se verificaría la asignación de probabilidades a los mismos. Se trataría de analizar si podemos o no, a partir de las premisas singulares de que disponemos en número suficientemente grande, deducir y justificar la asignación de un número probabilístico a una generalización. Popper cree que, si lo intentásemos, reproduciríamos el trilema de Fries: comprobaríamos que ni la lógica, ni la evidencia o la intuición de principios, ni la experiencia, podrían justificar esta modificación probabilística del método inductivo. Pero no nos resulta tan obvio que la vía lógica fracase en este punto. Tal vez, el cálculo de probabilidades y los métodos estadísticos sean, precisamente, los que justifican el "salto" de los números estadísticos que califican a una muestra a los parámetros que informan acerca de regularidades probabilísticas en una población. Nos parece que el trilema de Fries fallaría en el paso lógico, en cuyo caso, si bien habría de darse razón a Popper en cuanto a que el método estadístico no justifica enunciados empíricos, no sucedería lo mismo con su afirmación de que no existe un método estadístico para justificar números probabilísticos. En un capítulo anterior adelantamos que una objeción de Popper en este punto es la inexistencia de una fundamentación completa, perfecta, culminada y unánimemente aceptada de la teoría de las probabilidades y de la estadística, a diferencia de lo que ocurre con la teoría de la deducción. Pero también dijimos que ello no nos impide emplearla. Ni siquiera una teoría de tanta prosapia como la mecánica newtoniana, a pesar de los tres siglos que nos separan de ella, ha adquirido una formulación universal; sus tres principios dinámicos, a los cuales se suma la ley de gravitación, no conducen a una única formulación rigurosa y acabada. Verdad es que Popper añade a las objeciones ya planteadas la de que, en reali-

dad, el concepto de probabilidad no es útil para el método científico y que, en cierto modo, el interés de las hipótesis y conjeturas se halla en razón inversa a su probabilidad. Pero discutiremos este punto en nuestro análisis posterior del método hipotético deductivo.

Hay una observación final que deseamos hacer con respecto al método inductivo como presunto método justificatorio. Popper acierta cuando señala que, desde el punto de vista epistemológico (que pone el énfasis en el análisis de la producción y validez de las teorías científicas), el método inductivo no tiene características justificatorias, y en tal sentido no sería verdaderamente un método. Pero no resulta claro que la afirmación deba aceptarse también desde el punto de vista metodológico. Hay en la ciencia tradicional cierto tipo de disciplinas que en modo alguno se pueden considerar justificadas en un plano epistemológico anterior a la aplicación del método científico. En los debates sobre filosofía de la ciencia disponemos, por ejemplo, de la lógica como herramienta para la discusión, pero no de la geometría. Ésta es una ciencia que, epistemológicamente hablando, habrá que justificar, pero, una vez logrado ello, constituye un marco teórico en el cual, a su vez, podemos desarrollar la física, la química y aun la biología. No cabe duda además de que podemos utilizar los resultados de la geometría como auxiliares para justificar a su vez los de estas tres disciplinas. Del mismo modo, desde el punto de vista epistemológico, no contamos al principio con un cálculo de probabilidades o estadístico que ya tenga, de por sí, validez lógica. Podría admitirse, sin embargo, aunque éste es punto de discusión, que lo relativo a probabilidades y estadística formará parte de una teoría que necesitase, como en su momento sucedió con la geometría, su justificación epistemológica, y que una vez obtenida ésta se la pudiera utilizar como marco teórico para investigaciones posteriores en el terreno de la ciencia fáctica y aun de las ciencias sociales. Si fuese así no habría por qué dar razón a quienes afirman la inexistencia de métodos probatorios, estrategias de justificación y, al fin y a la postre, métodos inductivos para escoger ciertas teorías en lugar de otras. No deseamos, en este momento, tomar posición al respecto, pero es indudable que Popper, guiado por su inquina al concepto de probabilidad y a sus usos en ciencia, no parece propenso a considerar esta vía metodológica de análisis.

Como corolario de nuestra discusión sobre el método inductivo, reiteremos que, aunque haya sido descartada su pretensión justificacionista, aún resulta ser muy importante en el ámbito del contexto de descubrimiento. La informática provee actualmente estrategias computacionales mediante las cuales los ordenadores pueden manejar cantidades no ya "suficientemente grandes", sino *enormemente grandes* de datos para inferir generalizaciones que resultan útiles como hipótesis para investigaciones ulteriores. De modo que el método inductivo puede considerarse, incluso, como una posible estrategia algorítmica para producir, aun de manera artificial, presunto conocimiento. La práctica de la inducción tiene también interés pedagógico, pues permite, a través de la educación, comprender la importancia de la experiencia en la producción del conocimiento.



Hipótesis

98 TRATADO ELEMENTAL

do carbónico muy puro, y exénto de mezcla de otra especie de ayre ó gas, siempre que se recoja con cuidado. El zumo de la uva de dulce y azucarado se convierte por esta operacion en un licor vinoso, que no contiene ya azúcar quando se ha completado la fermentacion, y del qual se puede extraer por destilacion aquel licor inflamable, conocido en el comercio y las artes con el nombre de espíritu de vino. Y como este licor, siendo un resultado de la fermentacion de qualquiera sustancia azucarada desleida en la suficiente porcion de agua, sería ir contra los principios de nuestra nomenclatura llamarle, ya espíritu de vino, ya espíritu de cidra, ó ya espíritu de azúcar fermentado: por lo que nos hemos visto forzados á adoptar un nombre mas general; y el de *alkool*, que nos viene de los Arabes, nos ha parecido adequado para *llenar nuestro objeto.*

En esta operacion, que es una de las mas dignas de atencion, y de las mas extraordinarias que nos ofrece la Química, debemos exâminar de donde provienen el gas ácido carbónico que se desprende y el espíritu inflamable que se forma, y como un cuerpo dulce, un óxido vegetal puede transformarse en dos sustancias tan diversas, la una combustible, y la otra eminentemente incombustible. Para resolver estos puntos sería preciso conocer bien la analisis y naturaleza del cuerpo capaz de fermentar, y los productos de la fermentacion; porque no hay cosa que se cree ni en las operaciones del arte, ni en las de la naturaleza, pudiéndose establecer como principio, que en toda operacion hay una igual cantidad de materia antes y despues de la operacion; que la *calidad y cantidad de los principios son las mis*

Páginas del Tratado elemental de química *(1789), de Lavoisier, en la versión castellana de Juan Manuel Munarriz, en las que se indica explícitamente una de las hipótesis fundamentales de su teoría, la ley de conservación de la masa.*

La concepción hipotética de la ciencia

En los capítulos anteriores hemos discutido el problema de la justificación del conocimiento y hemos analizado, entre todas las posibles vías clásicas que se han propuesto, cuatro orientaciones justificacionistas de gran prestigio histórico. Nuestra conclusión fue que ninguna de ellas ofrece realmente garantía de verificación, es decir, el establecimiento de la verdad de los enunciados generales o teóricos de una disciplina. Hemos reconocido cierto grado de utilidad en estas metodologías, tanto como adiestramiento de nuestra facultad de pensar como por proporcionar formas probabilísticas de conocimiento. Pero si nos aferráramos a una pretensión absolutista, en el sentido de sostener que la ciencia tiene que establecer la prueba concluyente del conocimiento, nada conjetural o probabilístico debería ser aceptado en ella, y las conclusiones del capítulo anterior podrían ser esgrimidas como una especie de vindicación de las tendencias anticientíficas que sostienen muchos filósofos y pensadores contemporáneos. ¿Por qué tendríamos que creer en lo que afirman los científicos si, como hemos comprobado, las metodologías clásicas fracasan en cuanto a la pretensión de justificar el conocimiento que aquéllos afirman detentar? ¿Cuál es el fundamento entonces de las teorías científicas, cuya formulación es tarea primordial y exitosa como hecho sociológico y cultural? Es indudable que los filósofos, epistemólogos y científicos tienen una respuesta para estas preguntas, aunque ella no coincida con las que han ofrecido sus colegas del pasado. En este capítulo comenzaremos a desarrollarla.

El primer paso consiste en presentar la llamada concepción hipotética de la ciencia, que supone admitir, lisa y llanamente, que la mayoría de los enunciados científicos, en un momento determinado de la historia, son aceptados por los hombres de ciencia a título de hipótesis y no de enunciados justificados. Sin duda Platón, Kant o Aristóteles dirían que estamos ante una conclusión pesimista, pero también es posible concebirla como una posición modesta, ya que trabajar con hipótesis o conjeturas es admitir que estamos concibiendo visiones provisorias de la realidad, susceptibles de ser mejoradas, corregidas o aun drásticamente cambiadas, según las circunstancias. La historia de la ciencia ha demostrado que es conveniente concebir a la ciencia de esta manera, porque aun las mejores teorías científicas han terminado por ser reemplazadas por otras a las que se las ha considerado más eficaces o abarcativas. Si la concepción hipotética parece razonable para ciencias fácticas tales como la física, la química o la biología, con mayor razón aún lo será en el ámbito de las ciencias sociales, donde hay una propensión mayor a convertir nuestras creencias, prejuicios e ideologías en dogmas o verdades evidentes para nosotros, a la vez que los puntos de vista de nuestros colegas aparecen intuitivamente como radicalmente equivocados y dignos de ser combatidos, aun con los peores recursos. Es adecuado, desde el punto de vista de la ética cultural, que seamos conscientes de que nuestras teorías sociológicas, jurídicas o económicas son conjeturas provisorias acerca de cómo "funciona" la realidad, y que debemos estar dispuestos a abandonarlas para que su lugar sea ocupado por mejores aproximaciones.

El corazón de esta metodología radica en la noción de enunciado hipotético o simplemente ***hipótesis***, y es por ello que ofrecemos la siguiente caracterización detallada de este concepto:

1) Una hipótesis científica es un enunciado afirmado o formulado por alguien, un hombre de ciencia o una comunidad científica, en cierto lugar, en ciertas circunstancias y en cierto momento de la historia. De acuerdo con esta exigencia, el *status* de hipótesis de un enunciado tiene historia, porque dependerá de que alguien la haya formulado como tal en determinada oportunidad.

2) En el momento en que se propone una hipótesis, para quien la formula se halla en "estado de problema": se ignora su valor de verdad, es decir, no está verificada ni refutada. Si, por fortuna, se la pudiera verificar, dejará de ser una hipótesis y se convertirá en un enunciado verdadero, es decir, conocimiento científico probado. Apeteceríamos que esto ocurriese pero, como ya vimos, parece que en el caso de ciertos enunciados nos está totalmente vedada tal prueba o verificación. Podría ocurrir, por otra parte, que se pudiese probar la falsedad del enunciado hipotético, es decir, que fuese refutado. En tal caso el enunciado también deja de ser una hipótesis. Se afirma, por ejemplo, que en el siglo XVIII el químico alemán Stahl formuló la "hipótesis del flogisto", aunque luego se muestre por qué resultó ser falsa. Lo que se quiere decir es que en aquel momento se ignoraba su valor de verdad y hubo de pasar el tiempo para que se la dejara de concebir como hipótesis pues se probó que el enunciado conjeturado era falso. Hecha esta aclaración, no hay contrasentido alguno en la afirmación de que la hipótesis del flogisto resultó ser falsa. Se trata de una suerte de cortesía histórica para con Stahl y los flogicistas. El ejemplo muestra, como ya señalamos, que el *status* de hipótesis tiene sentido histórico, y lo que hoy es hipótesis puede no serlo mañana, y lo que es hipótesis para Juan puede no serlo para Pedro (quizá porque Pedro, a diferencia de Juan, ya conoce cuál es el valor de verdad del enunciado).

3) Quien formula la hipótesis, pese a que ésta se encuentra en estado de problema, *supone* que ella es verdadera. Lo hace como quien practica una suerte de juego, una de cuyas reglas consiste precisamente en admitir provisionalmente la verdad del enunciado "para ver qué pasa" en consecuencia. La palabra *suposición* no debe ser entendida aquí como sinónimo de creencia, lo cual no impide que realmente aquel que propone la hipótesis crea en la verdad del enunciado que afirma. Puede suceder, incluso, que quien formula la hipótesis no crea en ella, pero tal cosa no hace a la cuestión. La hipótesis pudo haber sido formulada por un colega y nosotros estar convencidos por distintas razones de que podemos refutarla. Pero en cuanto consideramos la hipótesis del colega "para ver qué pasa" con ella, debemos suponerla verdadera, aunque nuestro propósito sea mostrar que tal suposición conduce a una terrible contradicción, caso en el cual quien la propuso será condenado al escarnio y la befa, a la vez que nuestro espíritu se colmará de malvada satisfacción.

La anterior definición de hipótesis científica no concuerda exactamente con el uso del término hipótesis que se emplea en el lenguaje cotidiano, porque en éste es perfectamente posible que se formulen enunciados hipotéticos cuya falsedad ya se conoce. Muchas veces se proponen las llamadas "hipótesis contrafácticas": de un episodio no acontecido, por ejemplo, se supone que aconteció con el fin de deducir qué hubiera sucedido en tal caso. De ello puede resultar, quizás, una moraleja o un relato de ciencia ficción. El padre que dice a su hijo "Si hubieses estudiado, hoy serías un hombre de provecho" da por sentado que en realidad el hijo no estudió. En la novela ***El hombre en el castillo***, de Philip K. Dick, se supone que los Aliados fueron derrotados en la segunda guerra mundial, de lo cual surge una geopolítica y una sociedad posterior totalmente distinta de las realmente establecidas luego de 1945. Una escuela norteamericana de historiadores practica la llamada "historia contrafáctica" y ha explorado sistemáticamente ciertos temas desde este punto de vista; por ejemplo, ha investigado cómo hubiera sido el desarrollo de los Estados Unidos si no se hubieran construido los ferrocarriles (lo cual sucedió realmente en Venezuela donde, de hecho, existe una sola vía ferroviaria). Esta clase de investigación no es tan inútil como se presenta a primera vista. Un escéptico podría objetar: "¿Por qué investigar lo que sabemos que no sucedió?" Porque el ejercicio de considerar cómo hubiera sido el desarrollo de un país si no hubiesen acontecido ciertas circunstancias, obliga forzosamente a acordar sobre cuáles son las leyes históricas, económicas, sociales o políticas a las que está sometido. Si no dispusiésemos de buenas teorías al respecto no podríamos deducir, de nuestras suposiciones contrafácticas, qué es lo que hubiese sucedido. Detrás de esta clase de investigaciones hay una rica discusión acerca de la presunta existencia de leyes históricas y, en general, de leyes que formarían parte de las teorías de las ciencias sociales.

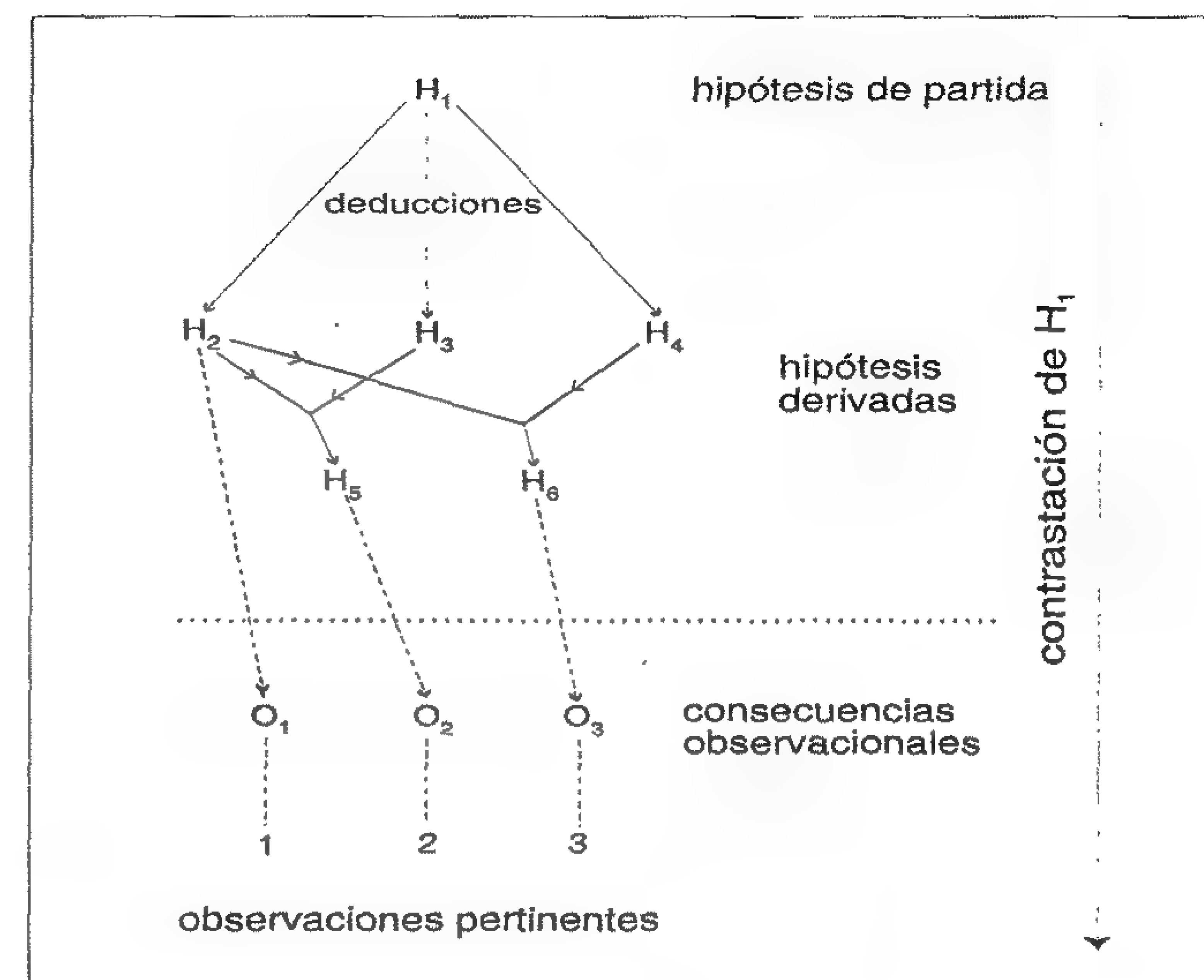
De ahora en adelante, mientras no aclaremos lo contrario, cada vez que hablemos de una hipótesis se entenderá que se halla en estado de problema, y que dejará de ser hipótesis en el momento mismo en que se obtenga de ella una verificación o una refutación. Podemos ahora presentar la concepción contemporánea acerca de la ciencia, pese a sus amplias y significativas variantes, afirmando que, en su mayor parte, los enunciados que constituyen las teorías científicas son hipótesis y, en tal sentido, tienen un carácter provisional, por cuanto pueden resultar a la postre verificadas o refutadas. En este último caso, nos veremos obligados a modificar o sustituir las teorías, es decir, recurrir a nuevas hipótesis en lugar de las anteriores.

¿Cómo opera entonces el método científico, dado que ahora no disponemos de ningún enunciado de partida concluyentemente verificado y debemos tratar con hipótesis? Comencemos por preguntarnos: ¿por qué nos vemos obligados a formular hipótesis? Éstas no surgen seguramente por generación espontánea, sino como respuesta a algún problema. Ciertos hechos pueden haber llamado nuestra atención por ser incomprensibles u oponerse a aquellas creencias a las que, hasta el momento, estábamos acostumbrados. Quizá las mediciones realizadas con ciertos instrumentos no se corresponden con lo esperado. Cuando surge un problema de este tipo, científico o tecnológico, se formulan hipótesis con el fin de explicar lo que nos intriga y acceder a las aplicaciones prácticas que generalmente surgen de tener un problema solucionado. El primer paso en la historia de la ciencia que lleva a proponer una hipótesis es la existencia de problemas, aunque esto no niega que, en algunos casos, una hipótesis pueda surgir por razones psicológicas totalmente independientes de la existencia de algo intrigante. A veces se afirma que la resolución del problema requiere de una teoría y no de una mera hipótesis, pero una teoría no es otra cosa que un conjunto de hipótesis mantenidas a la vez, lo cual no impide, aclaremos desde ya, que este conjunto sea unitario: en ciertos casos una teoría puede estar constituida por una sola hipótesis.

Frente a un problema, no siempre hay una única hipótesis posible que lo resuelva o sea pertinente para investigarlo. La diferencia que advertimos entre el temperamento clásico ligado a la investigación científica y el moderno punto de vista hipotético es que éste permite proponer distintos modelos provisorios de la realidad para comprender lo que nos intriga. Forma parte de las características "democráticas" de la actividad científica el permitir, en principio, que cada científico intente dar solución a un problema, mediante la formulación de hipótesis, de la manera que mejor le parezca. La tolerancia es una ventaja para la marcha de la investigación científica. *Cuantos más modelos se propongan, más posibilidades tendremos de encontrar la* verdad o, por lo menos, una presunta verdad que admitiremos como guía de investigaciones posteriores. Pero conviene hacer notar que la libertad para formular hipótesis no es, en modo alguno, piedra libre para que cada investigador disponga de su teoría propia o exprese sus prejuicios a través de sus hipótesis. Como veremos más adelante, hay criterios que permiten decidir, en un momento dado de la historia de la ciencia, si una hipótesis o teoría es "mejor" que otra y, por tanto, cuál de ellas ha de ser escogida por la comunidad científica. Pero en principio, las hipótesis que se formulan a propósito de un problema pueden ser múltiples, alternativas y hasta antagónicas. Señalemos finalmente que las hipótesis tienen carácter provisorio y es necesario aceptar que la mayoría de ellas serán refutadas y abandonadas en el futuro. Incluso puede suceder que algunas, repudiadas en cierto momento histórico, vuelvan a ser tenidas en cuenta en una etapa posterior del desarrollo científico.

¿Qué hacer con las hipótesis?

Supongamos que, dado un determinado problema, alguien ha formulado una hipótesis H_1 que trata de resolverlo. Por ser una hipótesis, H_1 no puede, en general, ser sometida a un proceso directo de verificación o refutación; si se trata de una generalización, porque excede en su descripción de la realidad el número finito de casos del cual disponemos, y, si contiene términos teóricos, porque hace afirmaciones acerca de lo no observable. En tal sentido, una hipótesis sería, en principio, una simple conjetura; pero no podemos pensar que el método científico consista simplemente en formular hipótesis, enorgullecernos por ello y dar por terminada la investigación. Proponer simplemente una hipótesis no es sinónimo de haber obtenido conocimiento. *¿Qué hacer a renglón seguido? En primer lugar, parece razonable tratar de analizar qué se* deduce lógicamente de ella. La ventaja de hacerlo es que la hipótesis puede, a la manera aristotélica, producir nuevas hipótesis y, por otra parte, llevarnos a obtener cierto tipo de enunciado observacional que nos permita controlar la hipótesis por medio de la experiencia.



En el diagrama hemos representado la hipótesis H_1, a partir de la cual, por deducción, obtenemos nuevos enunciados, H_2, H_3 y H_4 (las flechas simbolizan deducciones que pueden ser muy complicadas). Por el momento, llamaremos a H_1 "hipótesis de partida" (se entiende, de la investigación), aunque puede llegar a ser, en algunos casos, el principio de una teoría, en cuyo caso también se la llamará "hipótesis fundamental". En general, no se sabrá si es verdadero o falso lo que se obtenga *deductivamente de una hipótesis y, puesto que debemos suponer que la hipótesis de* partida es verdadera y razonamos correctamente, garantizando así la conservación de la verdad, estamos obligados a suponer, consecuentemente, que H_2, H_3 y H_4 también son verdaderas. Como se cumplen las condiciones definitorias de lo que hemos llamado hipótesis, resulta entonces que H_2, H_3 y H_4 lo son. A estas hipótesis deducidas de una hipótesis de partida las llamaremos "hipótesis derivadas". Se entiende que el razonamiento que permite obtenerlas, indicado en el esquema por medio de flechas, es estrictamente deductivo, y que no se trata de inferencias aproximadas o estadísticas que no tienen garantía de conservación de la verdad. En principio, la obtención de nuevas hipótesis a partir de la hipótesis inicial es un proceso que no tiene por qué concluir en momento alguno; podemos, a partir de las nuevas hipótesis, deducir más y más hipótesis, tales como H_5, H_6 y así sucesivamente. Esta máquina lógica de obtención de hipótesis a partir de la hipótesis de partida es potencialmente *infinita: no hay límites para lo que puede obtenerse por vía deductiva, aunque es* obvio que sólo algunas de las hipótesis que así se produzcan serán verdaderamente interesantes para el problema que estamos investigando. Conviene señalar que cuan-

do hablamos de deducciones nos referimos a todas las formas correctas de razonamiento que reconoce la lógica, y cuyo número de premisas puede ser muy variado. La tradicional lógica del silogismo aristotélico podría hacernos creer que para que un razonamiento esté bien construido debe forzosamente poseer dos premisas, pero en realidad puede contener tres, como por ejemplo en el clásico razonamiento llamado "dilema", o cualquier número aun mayor o, incluso, tener solamente una premisa, como ocurre en los razonamientos en los que se presenta un enunciado universal como premisa y se "salta" al caso particular.

Obtener hipótesis derivadas tiene múltiple interés. Si se advierte que son, en realidad, enunciados previamente verificados, o al menos ya adoptados por los científicos, podría decirse que la hipótesis H_1 *explica* las hipótesis derivadas cuya verdad ya era conocida. Consideremos por ejemplo la teoría de Newton. Sus hipótesis fundamentales (las tres leyes de movimiento y la ley de gravitación universal) constituyen una suerte de gran hipótesis de partida única que resulta de afirmarlas simultáneamente, y lo que estaría en estudio sería entonces este gran "hipotesón". Ahora bien, del "hipotesón" newtoniano se deduce la ley de caída de los cuerpos de Galileo, que ya era conocida y admitida en tiempos de Newton*. Se dice entonces que la hipótesis newtoniana de partida (el "hipotesón"), o la teoría de Newton, explica la ley de caída de los cuerpos. ¿Qué significa esto? Que ahora se comprende por qué los cuerpos caen así y no de otro modo, ya que su comportamiento se deduce de los principios de la teoría newtoniana, siempre y cuando, naturalmente, tal teoría constituya nuestro marco teórico aceptado. La deducción de hipótesis derivadas tiene, entonces, un interés explicativo.

Un segundo interés podría ser llamado sistemático y se vincula con aquella afirmación de Nagel según la cual la ciencia es conocimiento sistemático y controlado. Cada una de las hipótesis científicas podrían obtenerse, en principio de manera independiente, pero si esto sucediera la investigación científica sería algo muy complicado. No es conveniente concebir a la ciencia como un conjunto disperso e inconexo de hipótesis. Es muy importante advertir que el conocimiento científico puede sistematizarse y jerarquizarse en el sentido de que gran parte de nuestros conocimientos se obtienen a partir de algunos que son más fundamentales o, por lo menos, que han sido ya obtenidos y admitidos. El esquema lógico jerárquico que hace depender ciertas verdades de otras es el que transforma a la ciencia o, por lo menos, a una teoría científica, en un sistema. Si no fuese por el empleo de la herramienta deductiva, tal sistematicidad no podría obtenerse y en este aspecto el temperamento científico contemporáneo prolonga la tradición deductivista de Aristóteles.

Un tercer interés de las hipótesis derivadas radica en que, utilizando el mecanismo lógico, no sólo obtenemos hipótesis ya aceptadas, que quedan así explicadas y también sistematizadas, sino además nuevas hipótesis y, por tanto, en el contexto de descubrimiento, posibles nuevas leyes científicas y nuevo conocimiento.

* En realidad, la ley de Galileo es sólo una aproximación muy aceptable de la ley de caída que se deduce de la teoría de Newton. Lo mismo sucede con las leyes de Kepler y otras ya conocidas en años anteriores a la formulación de la mecánica newtoniana.

Es indudable que formular una hipótesis tiene serias consecuencias desde el punto de vista epistemológico, porque quien la propone queda atrapado en una red infinita de hipótesis implicadas por la hipótesis original. Un científico puede quedar prendado de una hipótesis por la cual siente particular afecto, pero comprobar luego que algunas de sus hipótesis derivadas resultan a la postre inquietantes o descabelladas. Las hipótesis de partida de la teoría darwinista original parecen inofensivas, pero al cabo de deducir y deducir se arriba a la hipótesis derivada llamada "principio de selección natural", que tiene fuertes connotaciones polémicas, éticas y teológicas. Quien formula una hipótesis debe, por tanto, hacerse cargo de sus consecuencias, como aquel joven enamorado que se casa con su novia y, luego del éxtasis inicial, descubre que se ha casado además con los padres de ella, sus cuatro hermanos, sus ocho sobrinos, sus cinco primos y sus veinte amigas. De cualquier modo, tanto la hipótesis inicial como las que se deducen de ella son algo así como una estructura especulativa y el método que estamos empleando, por el momento, no pasa de ser una especie de máquina para especular. Pero ya se advierte por qué se lo llama "hipotético deductivo": se trata de la propuesta de hipótesis y de la obtención de otras hipótesis por medio de la deducción.

Consecuencias observacionales y contrastación

Así concebida, esta máquina de producir hipótesis no podría en modo alguno ser fuente de conocimiento, pues nada hay en ella que informe acerca de los presuntos méritos de nuestra red deductiva para describir la realidad. Se requiere algún componente metodológico adicional que permita estimar la excelencia o las falencias de las hipótesis obtenidas con este método, y cuya misión radicará en comparar lo que tales hipótesis afirman con lo que en realidad ocurre. La realidad, como ya lo señalamos en el Capítulo 2, se nos ofrece a través de la base empírica, y por tanto parece inevitable, a modo de control de nuestras hipótesis, comparar lo que se ha conjeturado con lo que se advierte en la base empírica. ¿Cómo puede hacerse? Si de la hipótesis original se logra obtener, luego de deducir y deducir, algún enunciado empírico básico, de primer nivel, parecería que la hipótesis inicial está implicando afirmaciones acerca de lo observable. Llamaremos a estos enunciados "consecuencias observacionales" de la hipótesis. Parece conveniente llevar a cabo la comparación entre lo que afirman estas consecuencias observacionales y lo que muestra la base empírica. En este punto el científico debe apartarse momentáneamente de la estructura deductiva descrita y realizar observaciones, espontáneas, sistemáticas o provocadas por medio de experimentos. Por esta razón el método hipotético deductico debería denominarse con mayor propiedad "método hipotético deductivo empírico".

Llamaremos "observaciones pertinentes" a aquellas que se efectúen con el fin de averiguar cuál es el grado de acierto o desacierto de las consecuencias observacionales deducidas de una hipótesis. (Remitimos al lector al esquema de la página 135.) No es forzoso que una hipótesis (o las hipótesis fundamentales de una teoría) tenga consecuencias observacionales, pero de existir éstas será posible llevar a cabo obser-

vaciones pertinentes y proceder al control de la hipótesis. Supongamos que estamos en presencia de la consecuencia observacional O_1 y realicemos la observación pertinente 1 para ver si lo que acontece en la base empírica se corresponde o no con lo que afirma O_1. Esta consecuencia observacional podría afirmar, por ejemplo, que la aguja de cierto dial debe coincidir con la raya número diez de la escala, enunciado singular que se refiere a un hecho de la base empírica. Realizamos la observación pertinente y comprobamos una de dos posibilidades: que las cosas no son como las describe O_1 (la aguja no coincide con la señal diez) o bien que sí lo son (la aguja coincide con la señal diez). En el primer caso, resulta que O_1 es falsa, con lo cual refutamos la consecuencia observacional. Pero si hemos partido de una sola hipótesis, H_1, nos vemos forzados a reconocer que H_1 también debe ser falsa. ¿Por qué? Porque si H_1 hubiese sido verdadera, también O_1 debió haberlo sido, puesto que la hemos obtenido razonando correctamente, con garantías de conservación de la verdad. Pero O_1 es falsa, y por consiguiente H_1 tiene que serlo también. En este momento, H_1 deja de ser una hipótesis y muestra ser un enunciado falso: hemos refutado la hipótesis. Podría decirse que éste es uno de los modos característicos mediante los cuales una hipótesis es refutada y deja, por consiguiente, de hallarse en estado de problema. Su condición de hipótesis muere por refutación.

¿Qué sucedería en cambio si la observación pertinente O_1 coincidiera con lo afirmado por la consecuencia observacional? En nuestro ejemplo, veríamos coincidir la aguja con la raya diez de la escala y diríamos que la consecuencia observacional es verdadera. ¿Podemos por tanto afirmar que la hipótesis de partida H_1 también es verdadera? Aquí debemos recordar las consideraciones que hicimos en el Capítulo 5: no podemos afirmar nada al respecto, porque de premisas falsas se puede obtener una conclusión verdadera. Por consiguiente, ante el hecho de que O_1 es verdadera, nos cabe la siguiente duda: que H_1 sea verdadera y que nuestra deducción nos ha hecho concluir O_1, también verdadera, o bien que H_1 sea falsa pero nos hallemos ante uno de aquellos extraños casos en que un razonamiento correcto tiene alguna premisas falsa pero conclusión verdadera. La verdad de O_1 no nos permite decidir acerca del valor de verdad de H_1: no hemos ganado conocimiento y H_1 prosigue en estado de problema. Lo único que podemos afirmar es que hemos puesto en aprietos a la hipótesis inicial y que ésta, por el momento, salió airosa. Si queremos seguir manteniendo H_1, podemos hacerlo, pues no ha quedado refutada, sino que, por el contrario, ha resistido con éxito un intento de refutarla. Salió victoriosa de la dificultad. Se le ha pedido a la hipótesis su documento de identidad y lo ha exhibido.

La operación que hemos descrito, que implica poner a prueba una hipótesis examinando una consecuencia observacional de la misma, se llama "contrastación de la hipótesis". Como resultado de la operación de contrastar una hipótesis se obtiene o bien refutación y abandono de la misma, o bien, su conservación y supervivencia. Lo que la contrastación no puede garantizar es la verificación de la hipótesis, sino algo más débil que, como hemos señalado en el Capítulo 1, siguiendo a Popper, llamamos "corroboración". La corroboración significa, simplemente, que si bien seguimos sin saber nada acerca de la verdad de la hipótesis, ésta ha resistido un intento de refutarla y ha probado, hasta el momento, no ser falsa. Como dice Popper, ha "mostrado su temple". Se advierte una extraña asimetría en esta operación de contrastación, pues el resultado es o bien terminantemente negativo y destructor de la hipótesis o bien no sabemos lo que pasa con ella. De cualquier manera, la operación de contrastación pone bajo examen a la hipótesis inicial y, como se advierte, si la hipótesis es errónea, muy bien puede suceder que de ella se desprenda una consecuencia observacional falsa y de esta manera quede desenmascarada su falsedad. En esto consiste, en principio, el método hipotético deductivo en lo que vamos a llamar su "versión simple", donde "simple" significa a la vez "ingenua", pues aquí subyace la idea de que una sola consecuencia observacional adversa basta para aniquilar a una hipótesis y desterrarla del ámbito de la ciencia. En la actividad científica real no se procede de esta manera, ya que ningún científico estaría dispuesto a desechar una hipotésis porque haya sufrido el traspié de una sola refutación. Más adelante, cuando discutamos el método hipotético deductivo en una versión modificada, más compleja, menos ingenua, veremos que la caracterización anterior del método es demasiado terminante, aunque hay ejemplos en los que sucede exactamente lo descrito.

Conviene aquí realizar una precisión terminológica. Se emplea a veces el anglicismo "testeo" (del inglés *test*) para referirse exclusivamente a la operación de verificar o refutar una consecuencia observacional. La operación de contrastación, en cambio, es la de poner a prueba y estimar las consecuencias de la hipótesis de partida mediante el proceso ya descrito de deducir, obtener consecuencias observacionales, realizar observaciones pertinentes y concluir del "testeo" qué ocurre con la hipótesis original. En este sentido, la contrastación es un proceso complejo y no singular, en tanto que el "testeo" es, simplemente, un procedimiento comparativo entre una consecuencia observacional y una observación. Una hipótesis (o una teoría) que no tuviese consecuencias observacionales no sería susceptible de este control empírico y, en general, de este tipo de estrategia metodológica. De ahora en adelante, mientras no digamos nada en contrario, supondremos que las hipótesis que estamos considerando son aquellas que son contrastables, o sea, que tienen consecuencias observacionales y por tanto permiten su contrastación.

Vida y muerte de una hipótesis

Ahora bien, ¿cómo prosigue la práctica del método hipotético deductivo si una hipótesis científica queda corroborada? Popper aclara que, en un principio, en lugar de corroboración, empleaba la palabra *confirmación*: afirmaba que una hipótesis que ha resistido el intento de refutarla queda confirmada. Pero luego desistió de este uso por sus connotaciones de carácter inductivo-probabilístico. Estaríamos tentados de suponer que, cuando hay confirmación, ha aumentado la probabilidad de que la hipótesis sea verdadera o, por lo menos, ha acontecido algo que podría denominarse "elemento de juicio favorable" a la hipótesis. Según observa Popper, y es difícil no coincidir con él, la operación de contrastación no aumenta en ningún sentido (ni absoluto ni probabilístico) nuestro conocimiento de la verdad de la hipótesis. Si hay corroboración, una hipótesis prosigue en estado de problema y mantiene su misteriosa falta de verificación exactamente igual que antes de que fuera contrastada. Lo único que Popper acepta, desde un punto de vista pragmático, es que, si se ha con-

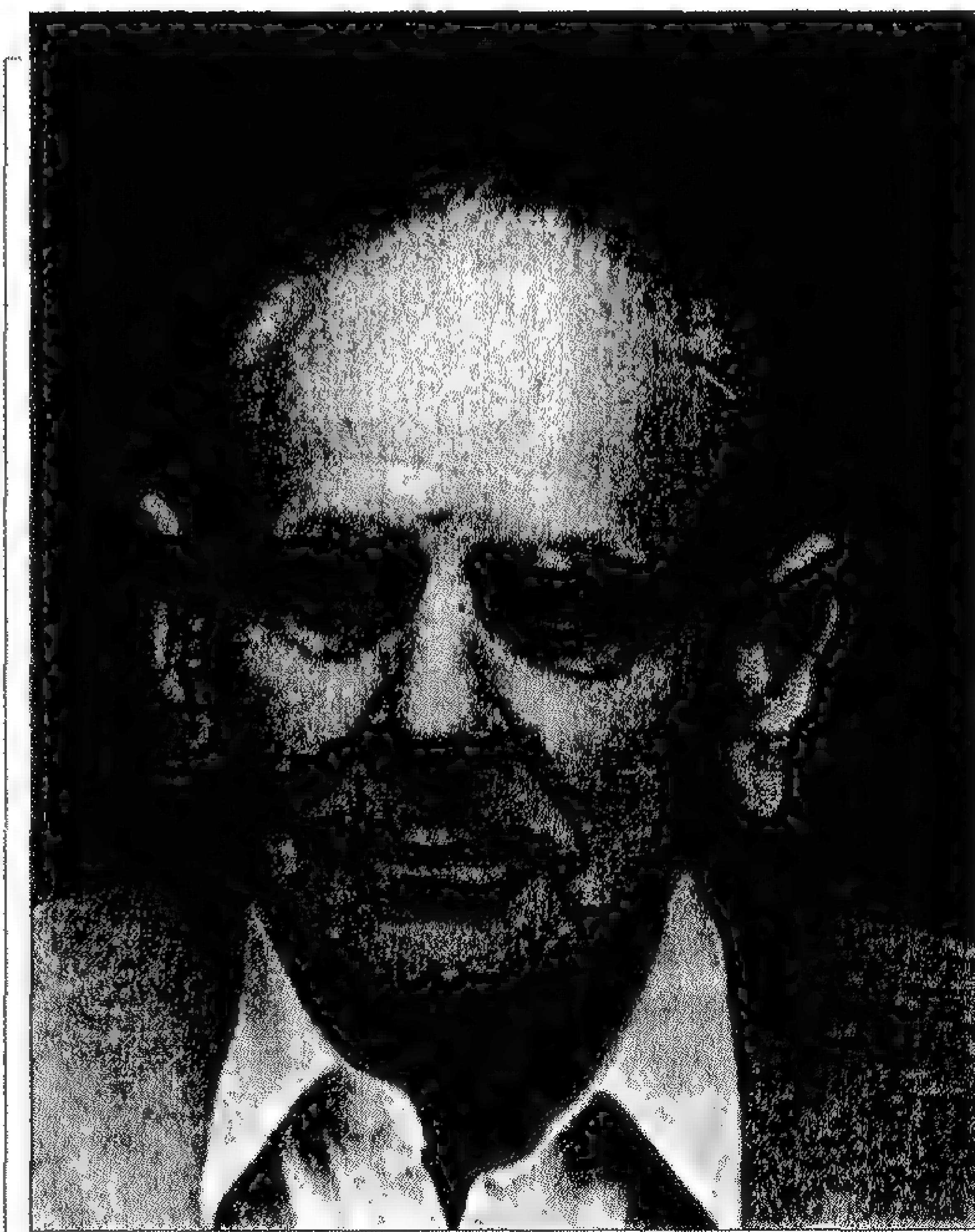
trastado varias veces una hipótesis y ésta ha resistido todos los intentos de refutarla, se puede afirmar que es "fuerte", en el sentido de que ha mostrado su capacidad de supervivencia. Pero entonces es necesario repetir el proceso de contrastación, esta vez con otra consecuencia observacional O_2 y su correspondiente observación pertinente número 2, de lo cual, nuevamente, podría resultar la refutación de la hipótesis (con lo cual acabaría el proceso) o bien una nueva corroboración. De acuerdo con lo que, para Popper, sería algo así como una ética científica relacionada con el concepto de investigación, habría que volver a contrastar. Y esto proseguiría indefinidamente en tanto no aconteciese, en el proceso de repetir y repetir la operación de contrastación, alguna refutación que terminara imprevistamente con la hipótesis. De no ocurrir ello, la hipótesis permanece en estado de problema, se la puede sostener y emplear como supuesta verdad para la investigación científica.

Nos enfrentamos ahora con una cuestión metodológica adicional: ¿qué sucede cuando se dispone de hipótesis alternativas para explicar los fenómenos o problemas en estudio? En general, no hay más remedio que investigar cada hipótesis por separado y confiar en que, a la larga, una de las hipótesis quede refutada y la otra corroborada, en cuyo caso la comparación entre ambas ha terminado porque una de ellas ha fracasado y la otra ha mostrado ser suficientemente "fuerte", por el momento, para sobrevivir. Esto es lo que ha llevado a señalar a algunos autores que el proceder hipotético deductivo opera metafóricamente de un modo similar a la evolución darwiniana. Hay hipótesis en competencia con supervivencia de la más apta, porque la menos apta quedará refutada antes, lo cual no significa que tarde o temprano la superviviente no correrá la misma suerte a causa del desarrollo de los acontecimientos. En esta concepción del método, la vida de una hipótesis (o de una teoría) es dura, trágica, y para cada una de ellas podría escribirse acerca de su nacimiento, pasión y muerte. Ante el problema que debe resolver, la hipótesis nace, pero luego empieza el terrible proceso de contrastación por medio del cual se la intenta aniquilar. Ella resiste, pero constantemente es agraviada por nuevos episodios de contrastación hasta que, finalmente, la refutación termina con ella en un dramático episodio de muerte epistemológica.

El método científico consistiría, entonces, en enfrentar problemas, proponer hipótesis, aplicar la lógica para averiguar qué implican, confrontar sus consecuencias con la realidad observable y, de acuerdo con el resultado, abandonar la hipótesis por refutación o conservarla por corroboración. Esta concepción, por supuesto, conserva ecos de antiguas metodologías. La componente racionalista, que se advierte tanto en el platonismo como en el aristotelismo, se manifiesta aquí por el hecho de que inventar hipótesis implica un ejercicio de nuestra mente, de nuestra razón y de nuestra imaginación. Pero, por otra parte, el método reserva un importante papel a la experiencia. Los datos empíricos ya no desempeñan el papel verificador que tenían en el método inductivo del antiguo empirismo, pero son indispensables en dos etapas del método hipotético deductivo. En el contexto de descubrimiento, cumplen la función de llevarnos hacia los problemas, pues, ¿qué otra cosa sino las observaciones son las que muestran que hay algo intrigante o incomprensible que merece la formulación de una hipótesis? Por otra parte, y en un sentido aun más importante, son el elemento de control a través de las contrastaciones, y permiten poner en evidencia, de esta manera, las excelencias o defectos de nuestras hipótesis. Resulta por tanto que el método hipotético deductivo es una especie de combinación humilde, no pretensiosa y no justificacionista de la orientación racionalista aristotélica y del empirismo asociado al método inductivo tradicional. Debemos agregar que, además de imaginación para producir hipótesis, el método incluye el mecanismo lógico, que debe computarse del lado de nuestras actitudes racionales y no del de la observación empírica. Esto es lo que convierte al método hipotético deductivo en un procedimiento que tiene más analogías con el pensamiento aristotélico de lo que, en principio, se pudiera creer.

9

El método hipotético deductivo en versión simple



La metodología hipotético deductivista está fuertemente vinculada a la obra del filósofo austríaco Karl Popper (1902), cuyo libro La lógica de la investigación científica, *de 1934, constituye todavía un hito fundamental para la epistemología contemporánea.*

Las dos versiones del método

En el capítulo anterior hemos introducido la noción de hipótesis y definido la operación de contrastación, que revela el aspecto metodológico del proceder hipotético deductivo por cuanto supone la posibilidad de poner a prueba las hipótesis y apreciar la capacidad explicativa y predictiva de las mismas. Hemos examinado, en aquella discusión, cuál es la estructura deductiva que se origina cuando a partir de una hipótesis se extraen hipótesis derivadas y consecuencias observacionales, y señalado la especial importancia de la relación que existe entre la formulación de una hipótesis y su control mediante experiencias. Discutiremos ahora dos problemas complementarios. Uno tendrá un carácter más filosófico que los anteriores, pues se refiere a la distinción entre enunciados científicos y aquellos que no lo son; el otro se vincula con los procesos psicológicos y sociológicos que acompañan a una hipótesis o una teoría cuando éstas son utilizadas con fines prácticos.

Como ya aclaramos, en el estado actual de nuestra discusión estamos exponiendo una versión "simple" del método hipotético deductivo, que el epistemólogo Imre Lakatos llama ***refutacionismo ingenuo***. Esta denominación proviene de suponer que es posible descartar terminantemente una hipótesis por el solo hecho de que una observación pertinente se halle en desacuerdo con una consecuencia observacional obtenida de ella. Ya hemos adelantado que no es éste el proceder real de los científicos en el curso de una investigación. Si bien es cierto que los investigadores pueden descartar una hipótesis o una teoría ante el veredicto de la experiencia, lo habitual es que se requieran varias contrastaciones antes de que se tome tal decisión. Si se considera una hipótesis tomada aisladamente, entonces, de acuerdo con lo expuesto en el capítulo anterior, la refutación de una consecuencia observacional involucra su refutación. Pero es muy excepcional que esto acontezca en la práctica científica concreta, pues las hipótesis suelen estar acompañadas de muchas otras hipótesis y teorías presupuestas, por lo cual la contrastación afecta a la vez, globalmente, a todo ese presunto conocimiento. En particular, una teoría no es una estructura de pensamiento que pueda considerarse por separado de otras presuposiciones.

Esta circunstancia nos obligará más adelante, como ya hemos anticipado, a ocuparnos de una forzosa ampliación del método hipotético deductivo, que deberá tomar en cuenta de manera explícita el hecho de que las hipótesis, al ser contrastadas o empleadas para la investigación, raramente se consideran aisladas. Cuando lo hagamos, estaremos en presencia de lo que algunos epistemólogos denominan el "método hipotético deductivo en versión compleja", y también, como lo hace Lakatos, ***refutacionismo sofisticado***. Por ahora, sin embargo, deseamos examinar la versión simple del método con algún detalle, en primer lugar porque, de todos modos, en algunas ocasiones y a propósito de ciertas investigaciones, lo que hemos descrito no se aleja demasiado de la realidad, y además porque para comprender la necesidad de modificar esta versión simple es conveniente previamente conocer con detalle algunas de sus facetas.

Ciencia y metafísica

¿Cómo discriminar entre una hipótesis científica y otra que fuese, más bien, una especulación filosófica o metafísica? Éste es el llamado "problema de la demarcación", es decir, el de hallar un criterio que trace la línea fronteriza entre la ciencia y aquello que no lo es, en particular la metafísica. Como observa con razón Popper, diferentes posturas epistemológicas, aun coincidiendo entre sí en que debe haber alguna diferencia entre hipótesis científicas e hipótesis metafísicas, no concuerdan acerca de en qué consiste la diferencia y proponen criterios de demarcación bastante diferentes. No cabe duda de que una corriente como la inductivista señalará la diferencia entre afirmaciones científicas y metafísicas atribuyendo carácter científico a ciertos enunciados únicamente si éstos se hallan justificados según el método inductivo. La tendencia epistemológica conocida como "positivismo lógico" o "empirismo lógico", que tuvo su máxima expresión en el famoso Círculo de Viena en la década de los treinta, distinguía entre hipótesis científicas y metafísicas mediante un criterio que sería aproximadamente el siguiente: una hipótesis tiene sentido si existe un procedimiento de verificación que pueda, mediante operaciones prácticas, decidir sobre su verdad o falsedad. Si tal método de verificación no existe, la hipótesis será metafísica y, por tanto, un sinsentido. Este criterio, además de establecer la diferencia entre ciencia y metafísica, es, a la vez, una acusación contra esta última, porque supone, como lo sostuvieron también en su momento el joven Bertrand Russell y el primer Wittgenstein, que los enunciados de la metafísica son, en realidad, enunciados desprovistos de sentido; sólo lo tendrían los enunciados lógicos o los enunciados científicos que, como hemos dicho, son aquellos susceptibles de verificación.

No discutiremos esta tesis del positivismo lógico, hoy un tanto envejecida y desacreditada, pero señalaremos que el concepto de verificación de esta escuela filosófica se reveló muy rápidamente como insuficiente y hubo propuestas para sustituirlo, todas las cuales, casi sin excepción, condujeron a dificultades insalvables. Popper introdujo una nueva propuesta como criterio de demarcación. Admite que realmente existe una diferencia entre enunciados metafísicos y científicos, pero niega que los metafísicos carezcan de sentido. Piensa, creemos que con razón, que éstos poseen un sentido bastante claro y no duda de que han tenido, por ello, una influencia peculiar en la historia de las ideas, en la conducta de las personas, en nuestras concepciones del mundo y aun en nuestras preferencias acerca de ciertas teorías y no de otras. La diferencia, más bien, habría que buscarla en el concepto de contrastabilidad. Ésta es la que otorga, para Popper, carácter científico a una hipótesis y, por ende, a una teoría. Si la hipótesis tiene consecuencias observacionales, que permiten ponerla a prueba mediante la operación de contrastación, entonces es científica. Si la contrastabilidad está vedada, la hipótesis toma un carácter más especulativo porque se carece de procedimientos para controlarla, lo cual la vuelve metafísica.

Aunque Popper menciona la contrastabilidad como criterio de demarcación de las hipótesis, en ciertas ocasiones pone un énfasis especial en su refutabilidad: afirma que una hipótesis es científica si es refutable. Esto puede llevar a confusión y conviene aclararlo. ¿Qué entiende Popper por hipótesis refutable? Que ante una hipótesis, debemos poder indicar con precisión qué tendría que suceder para declararla refutada. No pretende afirmar que, tarde o temprano, la hipótesis será refutada, sino que debemos estar en condiciones de describir situaciones en las cuales, durante su control, se la debería dar por refutada; en este sentido, podría resultar que una hipótesis fuese refutable y, sin embargo, verdadera, caso en el cual fracasarían todos los intentos de refutarla. Dicho de otro modo, la refutabilidad significa poder imaginar observaciones pertinentes que nos llevarían a declarar refutadas ciertas consecuencias observacionales de la hipótesis. Ahora bien, para ello es necesario que existan tales consecuencias, y por tanto decir que una hipótesis es contrastable o decir que es refutable son maneras, con énfasis diferentes, de afirmar que tiene consecuencias observacionales que permiten su control. Popper prefiere, especialmente en *La lógica de la investigación científica*, el criterio de refutabilidad, por cuanto pretende subrayar que en materia de hipótesis es más importante tratar de refutarlas que de corroborarlas. La corroboración nos permite mantener la hipótesis, si lo deseamos, pero, por más corroboraciones que acumulemos, su verdad permanece oculta: podría ser falsa. En cambio, cuando acontece la refutación, la falsedad de la hipótesis se nos revela con toda nitidez.

En síntesis, Popper piensa razonablemente que la estrategia del científico honesto frente a las hipótesis es tratar de refutarlas. Si la hipótesis es falsa, tales tentativas terminarían con su refutación y, de esta manera, descubriríamos y eliminaríamos un error; en tanto que, si no podemos refutarla, la hipótesis se nos revelará "fuerte" y mostrará su "temple". No es sencillo acostumbrarse a esta manera de hablar y el autor conoce una anécdota al respecto. En una sociedad científica, en ocasión de un seminario, el profesor exponía una teoría y uno de los asistentes, que sin duda había leído a Popper, le preguntó: "Pero, ¿esa hipótesis es refutable?". La pregunta apuntaba realmente a inquirir si semejante teoría era contrastable, es decir, controlable por el recurso a la experiencia, pero el expositor la malinterpretó y, rojo de ira, preguntó a su vez: "¿Usted cree que yo he venido aquí a decir mentiras?". Evidentemente interpretaba "refutable" en el sentido vulgar, o sea, susceptible de ser probado como falso, o refutable tarde o temprano. De hecho, la manera de pensar de Popper, aunque muy interesante y digna de ser tenida en cuenta como estrategia para decidir si se está o no ante una hipótesis científica, plantea cierto tipo de dificultades difíciles de resolver. Es perfectamente posible que, tomada aisladamente, una hipótesis no sea refutable en el sentido popperiano, es decir, no sea contrastable, pero que, presentada en combinación con otras hipótesis, dé lugar a un conjunto de enunciados que, en su totalidad, sí sea contrastable. Dicho de otra manera, puede suceder que, si tenemos un conjunto A de enunciados que tiene contrastabilidad científica, al que se le agrega una hipótesis H que no es contrastable por separado, la afirmación simultánea de H y el conjunto A dé como resultado un nuevo conjunto contrastable de hipótesis, pero con más consecuencias observacionales que las que tenía A por sí solo. Por consiguiente, no sería posible declarar la no cientificidad de una hipótesis en virtud de su no contrastabilidad aislada, porque podría tener carácter científico como integrante de una teoría.

La tentación es, entonces, la de adoptar una actitud más tolerante y modificar el criterio popperiano formulándolo de este modo: "Una hipótesis es científica cuando es contrastable o bien aumenta la contrastabilidad de alguna teoría". Desgraciadamente,

como lo ha observado en alguna ocasión Carl Hempel, se podría emplear el criterio modificado para probar que toda hipótesis es científica. Esto se puede comprobar con un simple ejemplo. Supongamos que alguien propusiera como hipótesis *H* la siguiente afirmación: "Hay fantasmas", que, sin entrar en detalles (tales como definir qué se entiende por fantasma), podemos admitir que no es científica. La teoría A mencionada en el criterio modificado, a su vez, podría estar constituida por la única hipótesis siguiente: "Si hay fantasmas, entonces la capital de la Argentina es Buenos Aires". Afirmemos entonces simultáneamente las hipótesis

Si hay fantasmas, entonces la capital de la Argentina es Buenos Aires

Hay fantasmas

construyendo de este modo un "hipotesón", una teoría acerca de la cual nos preguntamos si tiene o no consecuencias observacionales. De acuerdo con la regla lógica llamada ***modus ponens*** (que en una forma ligeramente distinta hemos empleado en el Capítulo 2), obtenemos por deducción:

La capital de la Argentina es Buenos Aires

consecuencia observacional que es verdadera. Podríamos decir que hemos corroborado la teoría que resulta de afirmar simultáneamente *A* y *H*, a partir de una consecuencia observacional que no se desprendía ni de *A* ni de *H* consideradas aisladamente. Por tanto, la hipótesis "Hay fantasmas" debería ser considerada científica. Y como una maniobra de esta naturaleza se puede realizar con cualquier enunciado, resulta que el criterio de demarcación modificado de Popper, realmente, presenta serios inconvenientes. No obstante, en primera aproximación, resulta un "test" de cientificidad interesante.

A comienzos de este siglo, tanto el filósofo francés Henri Bergson como el austríaco Hans Driesch construyeron teorías vitalistas en biología que en forma simple y condensada se expresarían mediante la siguiente hipótesis: "Para todo ser vivo, y exclusivamente para ellos, existe un tipo peculiar de energía llamada fuerza vital". Si esta hipótesis no se acompaña de alguna otra, el concepto de fuerza vital no queda bien definido, y lo único que se sabe de esa hipotética entidad es simplemente que está presente en todos los seres vivos pero en ningún otro cuerpo. Una hipótesis así no es contrastable, pues las consecuencias que se pueden deducir de ella no son observacionales. Ante un cadáver podríamos afirmar que carece de fuerza vital, pero este enunciado no es empírico y por tanto no puede ser cotejado con observaciones pertinentes. La hipótesis de partida y su consecuencia contienen el término teórico "fuerza vital", y no hay manera de deducir consecuencias de la hipótesis en las cuales "fuerza vital" no aparezca. Por consiguiente, de acuerdo con el criterio de demarcación de Popper, la teoría de Driesch no es una hipótesis científica sino metafísica. De ninguna manera estamos diciendo que "fuerza vital", en sí misma, carezca de sentido o no constituya más que una noción metafísica; podría haber sido un respetable término teórico de una teoría científica si Driesch, en lugar de limitarse a formular su única hipótesis, la hubiera acompañado de alguna "regla de correspondencia" que permitiese la contrastación de aquélla vinculando la zona teórica con la base empírica. Pero no lo hizo. Razón tenían por tanto los positivistas lógicos y los filósofos materialistas de aquel momento en protestar contra la teoría de Driesch y declararla metafísica. Pero es importante tener en cuenta que el carácter metafísico de una teoría puede ser eliminado y ella adquirir cientificidad si se complementa lo que se afirma en el nivel teórico con convenientes reglas de correspondencia o hipótesis-puente, que vinculan términos teóricos con términos empíricos.

Las etapas de una investigación científica

Tratemos ahora de diseñar una visión algo más realista de una investigación científica, desde el punto de vista psicológico y sociológico, a través de una descripción de carácter histórico de lo que sucede a propósito de la formulación de hipótesis. En muchos casos, como ya lo hemos señalado, una hipótesis o una teoría aparecen en virtud de un problema que hay que resolver. Para detallar todo lo que puede ocurrir en tal ocasión, señalemos una serie de etapas que describen en sucesión histórica distintos pasos de una investigación que puede considerarse típica. En una etapa 1, hallaremos observaciones intrigantes, donde se capta que algo funciona de una manera diferente a la esperada o en forma desconcertante, como para dirigir nuestra atención al caso. A una etapa 2 corresponde la obtención, si es posible, de más casos o datos observacionales, con el fin de asegurarnos de que lo que nos llamó la atención se repite y constituye una real familia de fenómenos intrigantes. La formulación del problema corresponde a una etapa 3. El problema es por qué existen esos casos intrigantes recogidos en la etapa 2 y cuál es la causa de que se nos presente tal fenómeno. En la etapa 4, un investigador o equipo de investigadores formula una hipótesis que trata de resolver el problema planteado en la etapa anterior. No se nos oculta que, entre las etapas 3 y 4, deberían señalarse una serie de subetapas en las que influyen procesos psicológicos, presiones sociales y prejuicios ideológicos responsables de que el investigador o el equipo hayan elegido esa hipótesis y no otra. Pero una vez formulada la hipótesis corresponde, en la etapa 5, deducir, en el sentido lógico más riguroso, nuevos enunciados a partir de aquélla. Ésta es la etapa deductiva de la que resultarían, en la etapa 6, las hipótesis derivadas, cuyo trascendente papel ya hemos discutido. Y, finalmente, obtendríamos, en una etapa 7, consecuencias observacionales, si es que la hipótesis las posee. (Habría aquí, entonces, dos subetapas, en las que en primer lugar se intenta establecer si hay consecuencias observacionales y luego determinar cuáles son.) En la etapa 8, que podríamos llamar empírica, se trata de obtener observaciones pertinentes, de las cuales resultaría la etapa 9, que nos conduce a decidir si hubo corroboración o bien refutación de la hipótesis formulada en la etapa 4. Si se obtiene refutación, de acuerdo con la versión simple del método hipotético deductivo, la hipótesis debe ser abandonada definitivamente como presunto conocimiento y queda, por consiguiente, descartada para futuras investigaciones. Si, en cambio, lo que se obtiene es corroboración, el proceso histórico que estamos describiendo debería, en principio, proseguir. ¿Qué

ocurriría a continuación? En realidad, una enorme cantidad de etapas subsiguientes: 10, obtención de nuevas observaciones pertinentes; 11, nueva corroboración de la hipótesis o su refutación; y así sucesivamente mientras exista corroboración. Si en alguna etapa aparece una refutación, el proceso termina con la eliminación de la hipótesis, pero, en caso contrario, debería continuar indefinidamente. Proseguir con las contrastaciones parecería ser asunto de ética científica, pues las corroboraciones no permiten afirmar que la hipótesis ha sido probada y en cualquier momento podría sobrevenir su refutación.

¿Significa entonces que sería buena idea destinar una generación de científicos a contrastar una y otra vez, indefinidamente, una misma hipótesis o teoría? De ningún modo. Un análisis más realista muestra que luego de la etapa 9, en la verdadera etapa 10, hay un momento determinado en que la comunidad científica decide *no* seguir contrastando en forma explícita la hipótesis. No es que se rehúse a ello sino que, en ese momento, tal como acontece en la práctica real, los científicos *consideran que la hipótesis o la teoría han dejado de constituir un problema epistemológico* y se convierten en un instrumento a ser utilizado al servicio de distintas finalidades, puesto que han mostrado su fuerza y su temple. La discusión epistemológica acerca de la validez de la hipótesis o la teoría pertenece a un ámbito muy distinto del de su empleo como instrumento, que puede conducir a una ampliación del conocimiento existente o bien a aplicaciones prácticas, clínicas o tecnológicas.

Puede ocurrir, como sucede en la zona más abstracta e incluso puramente estética de la investigación científica, que a un científico le interese solamente desarrollar las nuevas ideas que introduce la teoría, simplemente porque desea averiguar hacia dónde lo conducen y qué nuevos conocimientos puede obtener con tales desarrollos. En este caso, para emplear el lenguaje de la teoría de los valores, las teorías científicas se transforman en un bien intrínseco. Al científico le interesa, le intriga, le fascina y aun le causa placer estético desarrollar la ciencia, lo cual nos parece perfectamente respetable desde el punto de vista cultural. Porque si convenimos en que algunos de los rasgos humanos más encomiables son los de índole espiritual (cualquiera sea el sentido que se le dé a esta palabra), el desarrollo intrínseco de la ciencia y el placer estético que resulta de ello son tan meritorios como el cultivo del arte, la música o la poesía. En este sentido no hay diferencia alguna entre la aventura espiritual que proponen el arte y la ciencia. Y en cuanto a quienes consideran esencial resolver los problemas troncales de la filosofía, el conocimiento proporcionado por las modernas teorías científicas provee un innegable conjunto de enfoques, problemas e informaciones pertinentes para ello. Tal vez no sea inútil recordar las palabras del matemático Jacobi, cuando afirmaba la necesidad de ocuparse de matemática "por el honor del espíritu humano".

Admitida la validez de los argumentos que justifican la práctica de la "ciencia pura" o "básica", es necesario reconocer, como lo ha mostrado la historia, que la ciencia se ha transformado en la época moderna en un instrumento de acción social para solucionar problemas prácticos, a veces de extrema gravedad. Aquí la ciencia, como ya dijimos, se vuelve un instrumento de aplicación de los conocimientos, convirtiéndose en "ciencia aplicada". La decisión de la comunidad científica de no proseguir indefinidamente la discusión epistemológica de la validez de las teorías puede

deberse, lisa y llanamente, al deseo de actuar con ellas para solucionar problemas prácticos y cambiar la realidad en la que estamos inmersos. Nos referimos especialmente a las aplicaciones de la ciencia que constituyen la tecnología, la clínica y, en general, a todo aquello que puede ser considerado como una actividad práctica relacionada con la ciencia. Tecnología, clínica y práctica son, precisamente, el núcleo de lo que en el Capítulo 1 llamamos el contexto de aplicación de una teoría. Al ingresar en él, los científicos abandonan el contexto de justificación, admiten pragmáticamente la validez de la teoría y la sostienen con el exclusivo fin de utilizar sus aplicaciones.

Curiosamente, la utilización de ideas y procedimientos de la ciencia aplicada con fines tecnológicos, clínicos o prácticos constituyen, de por sí, una forma más de *contrastación de las teorías. Pues realizar una acción en el campo de la tecnología, de la clínica* o de la práctica implica, frente a objetivos tales como construir artefactos, producir mercancías o curar a un enfermo, tomar una decisión para adoptar un determinado curso de acción. La pregunta es: ¿por qué adoptamos ese curso de acción y no otro, igualmente posible? Una de las razones que pueden justificar la opción es que de las hipótesis o teorías del marco teórico que hemos adoptado en nuestra investigación aplicada, en conjunción con los datos que poseemos acerca de aparatos, producción tecnológica de mercancías, situaciones patológicas o propiedades de fármacos, se deducen las consecuencias de adoptar uno u otro curso de acción. En un caso advertiremos que el aparato funcionará correctamente, que la producción de mercancía será exitosa o que desaparecerán los síntomas de la enfermedad, lo cual no acontece en el otro. Elegiremos, por consiguiente, el primer curso de acción. Es evidente que las acciones tácticas encierran implícitamente la aceptación de hipótesis, deducciones y contrastaciones, pero podría ocurrir que nuestras predicciones fallasen: es perfectamente posible que los aparatos que hemos proyectado no se comporten como habíamos pensado, que las mercancías resulten defectuosas o que los síntomas del enfermo no desaparezcan. Cuando esto ocurre, la práctica tecnológica o clínica entra en contradicción con el marco teórico empleado para escoger cursos de acción y actuar sobre la realidad: lo refuta. Por consiguiente, en nuestra descripción, después de la etapa 10, en que la comunidad científica acepta una hipótesis o una teoría (lo cual no significa que la considere epistemológicamente verificada, sino "justificada con fines prácticos y hasta nuevo aviso") acontece lo que, en forma resumida, podríamos llamar su contrastación tecnológica, clínica o práctica. Ésta es la manera típica en que se puede hablar, como gustan hacerlo muchos materialistas dialécticos, del modo en que la práctica influye sobre la teoría y eventualmente la modifica.

Ciencia y tecnología

Las palabras que estamos utilizando merecen una aclaración. Hablamos de la ciencia como de una actividad que trata de reunir y sistematizar conocimientos. La ciencia aplicada se vincula con el conocimiento concerniente a problemas prácticos y a las acciones mediante las cuales podemos fabricar objetos o cambiar la naturaleza que nos circunda. A su vez, la tecnología es la utilización de la ciencia aplicada pa-

ra resolver problemas de carácter social o tratar con el funcionamiento de sistemas. Miguel A. Quintanilla, en su libro *Filosofía de la tecnología*, afirma que la tecnología se vincula con la fabricación de artefactos y con los sistemas mediante los cuales, con el auxilio de determinados actores e instrumentos, podemos llegar a fabricar esos artefactos. En un sentido amplio, que algunos comparten y otros no, la tecnología se ocuparía de resolver problemas de cualquier naturaleza y es así que se podría hablar, no solamente de técnicas para construir aviones o medicamentos, sino también de técnicas para resolver ecuaciones en matemática, uso que Quintanilla no aceptaría pues diría que esto último es, más bien, una cuestión de metodología. La clínica sería entonces una tecnología especial, mediante la cual se puede actuar sobre los pacientes produciendo curación o cambios, según la manera de pensar que se tenga acerca del problema de la salud. Hemos hablado de práctica como cosa distinta de la tecnología o de la clínica y esto se debe a que, en muchas ocasiones, por ejemplo en el caso de problemas sociales o que corresponden al funcionamiento de una empresa, no se puede hablar de tecnología en el restringido sentido usual, ni menos aún de clínica. En tales situaciones hay problemas y se diseñan procedimientos prácticos para resolverlos, muchas veces apoyados en una teoría acerca de las relaciones sociales o de las estructuras comunitarias humanas. Todos estos casos, en algún sentido, son similares, por cuanto corresponden a la utilización de los conocimientos de la ciencia aplicada para resolver problemas de la vida cotidiana o de los sistemas, tanto técnicos como sociales, sobre los que se desea actuar.

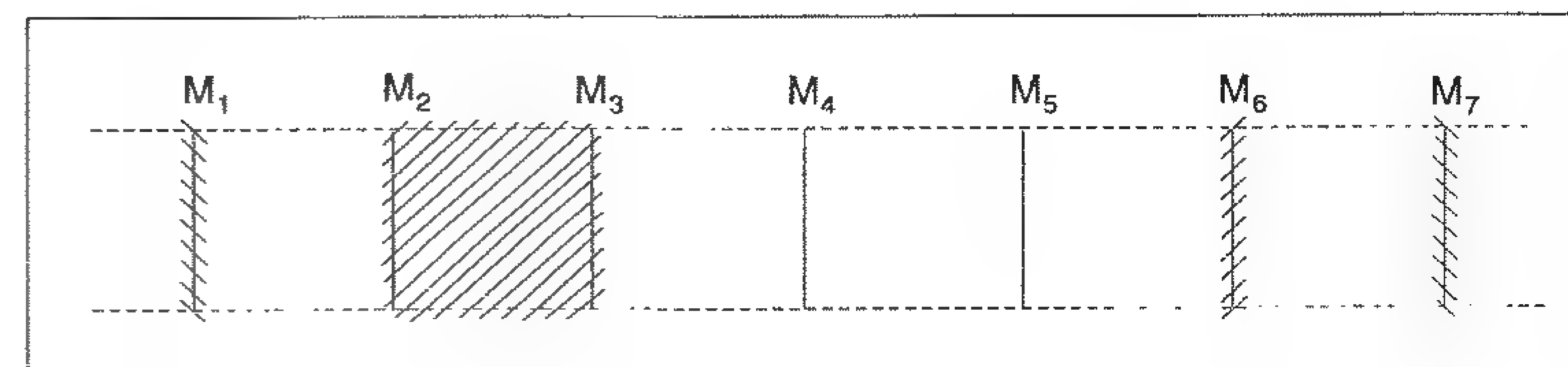
Podríamos preguntarnos, en este punto, por qué no identificar ciencia aplicada con tecnología. La razón es que la ciencia aplicada es conocimiento, mientras que la tecnología implica procedimientos o acciones para lograr determinados objetivos, ya sea construir objetos, solucionar problemas prácticos o modificar la realidad. Las acciones tecnológicas, además de emplear ciencia aplicada, utilizan también la "expertez" o idoneidad adquirida en materia de resolución de determinados problemas, lo cual queda probado por el hecho de que personas que tienen conocimiento de la teoría y buenas hipótesis sobre el problema que deben resolver (por ejemplo, lograr el adecuado funcionamiento de una fábrica) pueden no hacerlo correctamente hasta no haber logrado el debido entrenamiento. Desde este punto de vista, la tecnología tiene muchas vinculaciones con la ciencia, pero también facetas de carácter sociológico un tanto independientes de aquéllas, de modo que el tipo de estructura de acción humana que representa la tecnología supera la estructura gnoseológica que denominamos ciencia aplicada.

Mundos posibles, conocimiento y progreso

Al llegar a este punto debemos preguntarnos en qué sentido nuestra caracterización de los productos de la investigación científica merece ser denominado "conocimiento" o, al menos, vincularse con este concepto. ¿Por qué afirmamos que formular hipótesis y contrastarlas proporciona conocimiento? ¿Por qué el método hipotético deductivo puede entenderse como un procedimiento básico para el contexto de descubrimiento, la producción de conocimiento, y para el contexto de justificación, la prueba de su validez?

La principal dificultad que se presenta aquí es que, salvo excepciones a las que nos referiremos más adelante, sólo disponemos, sobre todo en relación con las leyes científicas, de hipótesis; y una hipótesis, en general, es meramente una conjetura. El epistemólogo W. H. Newton-Smith ha utilizado una expresión inquietante a propósito de este problema, la de "inducción pesimista". Ésta nos permitiría inferir que, como hasta ahora hemos trabajado con hipótesis y la mayoría de ellas se han mostrado falsas, las hipótesis a ser formuladas en el futuro también serán falsas. ¿Para qué proseguir empleando un método que sólo permite proponer conjeturas que muy probablemente, tarde o temprano, serán descartadas y reemplazadas por otras? En verdad, ¿con qué derecho podemos llamar a esto "conocimiento"? Hay dos razones por las cuales pensamos que no hay motivos para adoptar una posición escéptica a propósito del problema. Afirmamos que el método hipotético deductivo, que por el momento concebimos en su versión simple, no sólo proporciona conocimiento sino que nos permite hablar de ***progreso científico***, en el sentido de que gradualmente nos acercamos más y más a lo que podríamos llamar "conocimiento exacto". De ser así, la "inducción pesimista" de Newton-Smith no sería válida porque, si bien es cierto que las hipótesis se descartan una tras otra a lo largo de la historia, las que sobrevengan en el futuro se hallarán más cerca de la verdad que las que se han formulado y desechado en el pasado.

¿Cuáles son las dos razones que nos hacen pensar de esta manera? En primer lugar, desde un punto de vista lógico, se puede suponer que disponemos de un espectro de "mundos posibles", representados metafóricamente en la figura por medio de rayas verticales. Los mundos posibles M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6 y M_7 son, según una idea de Leibniz, realidades que podemos imaginar y que, desde el punto de vista científico, están descritas por teorías en las que, como ocurre en toda teoría, se informa acerca de una cantidad de hechos que no sabemos si son reales o no, pero que suponemos, de acuerdo con lo convenido en el capítulo anterior, que acaecen. Cada raya representa un mundo posible diferente, de modo que los hechos que se describen en ellos no son los mismos; incluso pueden ser, en algunos casos, notablemente disímiles, porque en su descripción se utilizan conceptos y leyes muy distintos. Un espectro semejante es infinito, pues infinita es la cantidad de mundos posibles que podemos imaginar. A medida que se produce el desarrollo de la ciencia tal como lo concibe el método hipotético deductivo, sucede, en cada instante, que una cierta cantidad de teorías son eliminadas por refutación, y por consiguien-



te ciertos mundos posibles quedan descartados. En la figura, las rayas inclinadas descendentes indican que se han eliminado, en primer lugar, los modelos de mundos posibles M_1 y M_7 por refutación de cierta teoría; luego, por refutación de otra, quedan eliminados los mundos posibles M_2, M_3 y M_6, lo cual se indica por medio de las rayas inclinadas ascendentes. Ocurre que, a medida que refutamos teorías, en el mejor espíritu popperiano de eliminación de errores, el conocimiento progresa por la negativa: aprendemos gradualmente, cada vez con mayor precisión, *cómo el mundo no es*.

Por cierto que el progreso por la negativa no es equivalente al que supondría saber *cómo el mundo es* de una manera precisa, o sea, saber cuál de los mundos posibles es el real; pero confesemos que, a medida que eliminamos teorías erróneas, aprendemos mucho. Cuando Dalton y los químicos del siglo XIX adoptan la teoría atómica, no están en condiciones de describir con certeza cómo son los átomos ni pueden evitar que aparezcan muchas variantes distintas de la teoría, pero han logrado eliminar los mundos posibles en los que la materia era concebida como formada por sustancias homogéneas, sin hiatos espaciales que separaran sus unidades indivisibles de las restantes, sin posibilidad de existencia del vacío, como sucedía en las cosmologías de Aristóteles y de Descartes.

La eliminación de una gran cantidad de teorías, en la marcha de la ciencia es, indudablemente, un progreso científico. Como veremos más adelante, descartar una teoría suele acarrear el descarte de otras al mismo tiempo. Cuando una observación pertinente contradice a una hipótesis, contradice a la vez a muchas otras hipótesis posibles que hubieran llevado, de manera alternativa, a las mismas consecuencias observacionales. De todos modos, también es posible concebir el progreso científico en sentido positivo y no sólo por la negativa. Es verdad que en cada etapa de la historia de la ciencia, y habiéndose eliminado hasta allí una gran cantidad de teorías erróneas, siempre queda una cantidad, incluso infinita, de teorías posibles. Pero el espectro ha quedado acotado. Ésta es la segunda razón por la cual no consideramos justificado adoptar una posición escéptica con relación al conocimiento y el progreso científicos. En la figura, sobreviven mundos posibles como M_4, M_5 y muchos otros. Todavía no sabemos (y seguramente, de acuerdo con la visión pesimista del método hipotético deductivo, no lo sabremos nunca) cuál de ellos es el que retrata con exactitud y de manera completa la realidad. Pero también es verdad que, al estrecharse el espectro de posibilidades, ganamos en precisión acerca del conocimiento de cómo es la realidad, pues continuamente la acotamos más y más. Si se nos extravía el perro y queremos recuperarlo, no es lo mismo saber que se halla en la ciudad de Buenos Aires, lo cual involucra una enorme cantidad de posibilidades, que saber que se halla en el barrio de Belgrano, lo cual también nos enfrenta con un número grande de posibilidades pero acota notoriamente nuestra búsqueda y expresa sin duda mayor conocimiento acerca de la ubicación del perro. De modo que, a medida que se descartan más y más mundos posibles, si bien siempre subsisten infinitos otros, la acotación de lo que nos queda por investigar queda ceñida y, en este sentido, indudablemente, es posible hablar de progreso científico.

Respecto de la "inducción pesimista" de Newton-Smith, si bien es verdad que muchas teorías han quedado descartadas a lo largo de la historia, es cierto también

que aquellas que las sucedieron fueron muchas veces ajustes de las anteriores y obtuvieron mayor éxito que éstas en cuanto a sus aplicaciones prácticas. En la ruta del progreso científico, quien transita por ella deja atrás mundos que alguna vez fueron concebidos como posibles, pero a la vez se acerca cada vez más a otros más acotados y por tanto más ajustados a la realidad que intentan describir. Por tanto no hay razón alguna para suponer, como pretenden algunos filósofos y pensadores actuales, que las nociones de conocimiento y progreso científicos deban ser entendidos como ilusorios y productos de una epistemología perimida.

Verdad, probabilidad e hipótesis según Popper

Hemos tratado de justificar por qué el método hipotético deductivo provee conocimiento. Como esta palabra se vincula estrechamente a los conceptos de verdad y de probabilidad, es importante señalar cuál es la relación que entre ellos advierte Popper, sin duda el más destacado adalid de los valores del método hipotético deductivo. En primer lugar, Popper es ambivalente en cuanto a qué clase de conocimiento proporcionan las hipótesis y teorías científicas. En *La lógica de la investigación científica* señala que no se debe interpretar la adopción de ciertas hipótesis y teorías, y el rechazo de otras, como una aproximación hacia la verdad. Piensa que suponer tal cosa es un prejuicio metafísico y que el valor de las hipótesis y teorías radica en su capacidad explicativa y predictiva. Las que han fallado en este respecto se eliminan y las que tienen valor explicativo y predictivo se conservan, se adoptan y se emplean. No obstante, en algunos textos posteriores, Popper introduce una teoría llamada "de la verosimilitud", que consiste, precisamente, en un intento de "medir" la distancia entre una hipótesis o teoría y la verdad, entendida esta última de un modo más absoluto. Aquí Popper contradice sus afirmaciones anteriores y parece creer que, a medida que se desarrolla la ciencia, las hipótesis o teorías que se formulan adquieren mayor verosimilitud. Desafortunadamente, hay unanimidad entre epistemólogos y metodólogos de que este intento de Popper resultó a la postre totalmente fallido.

Más interesante es la opinión de Popper en cuanto al concepto de probabilidad. Podría sostenerse que el progreso científico, si bien no es una marcha hacia la verdad, consiste en un aumento de la probabilidad de las afirmaciones de la ciencia y que, a medida que ésta evoluciona, las hipótesis y teorías se vuelven más probables y por tanto ofrecen cada vez más conocimiento. Pero Popper afirma que, si se emplea el concepto tradicional de probabilidad, esto no es así. Aclarémoslo por medio de un ejemplo. Según la definición clásica de probabilidad, ésta se estima numéricamente por medio del cociente entre el número de casos favorables y el de casos posibles, razón por la cual decimos que, al arrojar un dado, la probabilidad de obtener un cuatro es igual a 1/6 y la de obtener un número par es igual a 3/6. Ahora bien, supongamos que se formulan cuatro hipótesis acerca de la Luna:

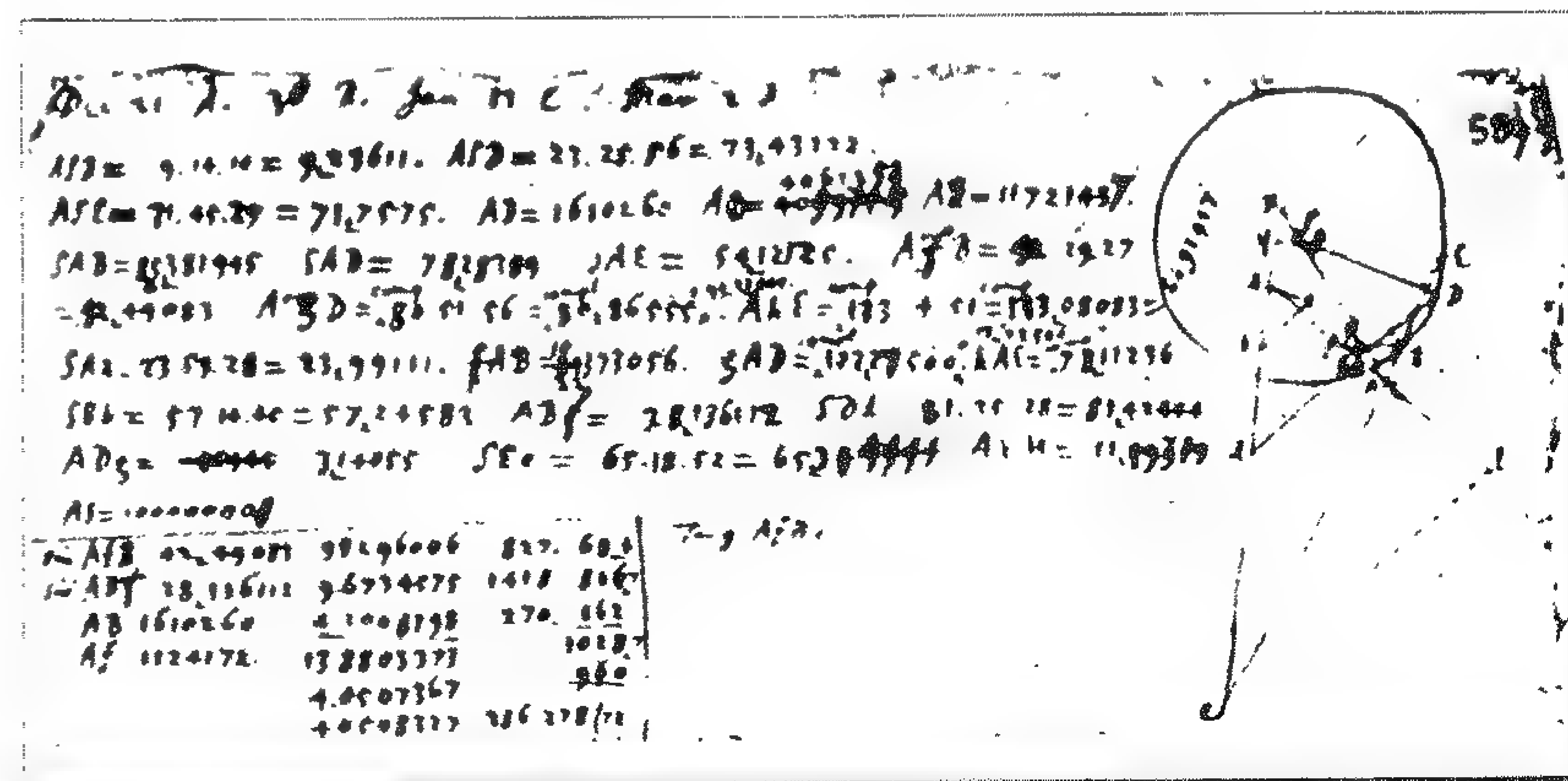
H_1. La Luna no es transparente
H_2. La Luna tiene color gris claro, gris oscuro, azul o verde
H_3. La Luna tiene color gris claro o gris oscuro
H_4. La Luna tiene color gris claro

Se comprende que, a medida que las vamos enumerado, cada hipótesis se hace menos probable por cuanto disminuye el número de casos favorables. No obstante, desde el punto de vista científico, se hacen cada vez más interesantes porque cada una proporciona información más ceñida y precisa que la anterior. Quien adopta la hipótesis H_4 tiene una visión de la realidad mucho más nítida que si adoptase la hipótesis H_1, bastante vaga. En algunas teorías de la probabilidad (como la de Carnap en su libro *Logical Foundation of Probability*) las proposiciones generales que llamamos "leyes científicas" tienen, por brindar informaciones demasiado ceñidas, probabilidad *cero*. No obstante, desde el punto el punto de vista informativo, son las que presentan máximo interés.

Todo esto abona en favor de la tesis de Popper: lo que importa en ciencia a propósito de las hipótesis y teorías es su valor informativo, que, curiosamente, aumenta cuando ellas se hacen menos probables desde el punto de vista clásico. Claro que, si se utilizara la noción de probabilidad que se emplea en la llamada "teoría de la confirmación", la conclusión anterior podría no ser correcta y la cuestión ser considerada todavía en estado de debate. Pero aquí sólo importa destacar que, para Popper, el interés de las hipótesis y teorías radica en su capacidad explicativa y predictiva, y en modo alguno puede ser evaluado recurriendo al concepto de probabilidad. Nuevamente se manifiesta, en este caso, el temperamento antiinductivista que caracteriza a la epistemología popperiana.

Teorías. Primera parte: estructura y justificación de las teorías

La teoría de Newton, tal como fuera presentada por el autor en los Principios matemáticos de filosofía natural, *de 1687, significó uno de los logros más espectaculares de la historia de la ciencia. La página manuscrita corresponde a los cálculos realizados por Newton para establecer la órbita del cometa que hoy lleva el nombre de su amigo Edmund Halley.*



Dos acepciones de la palabra "teoría"

Hemos empleado hasta ahora frecuentemente la palabra "teoría" de un modo tal que casi la hacía indistinta a "hipótesis" y ello ha sido así porque una teoría es un conjunto de hipótesis mantenidas simultáneamente. Existen, pese a esta definición, dos acepciones principales y distintas de "teoría". La primera la concibe como un conjunto de hipótesis tomadas como punto de partida de una investigación, incluyendo en ésta la deducción de hipótesis derivadas y de consecuencias observacionales. En este sentido, si preguntásemos por ejemplo cuál es la teoría de Newton llamada mecánica clásica, contestaríamos que está formada por cuatro hipótesis: los principios de inercia, de masa, de interacción y la ley de gravitación universal. Pero en una segunda acepción de la palabra "teoría" diríamos que es el conjunto de todas las hipótesis formadas por las hipótesis de partida y las que se puedan deducir de ellas. En este sentido, una teoría estaría integrada por un cuerpo potencialmente infinito de hipótesis, y a la pregunta de cuál es la teoría de Newton deberíamos responder que está constituida no sólo por las cuatro hipótesis mencionadas sino también por todas las que de ellas se deducen, en particular las leyes planetarias de Kepler, la ley de caída de los cuerpos de Galileo, las leyes de movimiento de los proyectiles y la ley de oscilación de un péndulo, todas la cuales formarían parte de la teoría de Newton*. Si adoptamos este punto de vista, adherimos a la exigencia aristotélica de que las consecuencias lógicas de las afirmaciones fundamentales de una ciencia pertenezcan también a dicha ciencia, formulada ahora de este modo: las consecuencias lógicas de las hipótesis fundamentales de una teoría científica pertenecen a ella. Esta segunda manera de entender el término "teoría" será la que nosotros emplearemos. Según dicha acepción, hablaremos de principios, hipótesis fundamentales o simplemente hipótesis de partida de la teoría, pero la teoría misma incluirá también a todas sus consecuencias lógicas. Las cuatro hipótesis newtonianas no serán la teoría de Newton, sino sus principios.

La polisemia del término "teoría" es muy acentuada, por lo cual adoptaremos un uso del mismo un tanto holgado. En primer lugar, aceptaremos que las hipótesis que constituyen una teoría pueden pertenecer a cualquiera de los tres niveles de enunciados analizados en el Capítulo 3. De acuerdo con ello, puede haber teorías constituidas solamente por hipótesis de primer nivel, lo cual ocurre, por ejemplo, en criminología, donde la palabra "teoría" es justamente utilizada para referirse a enun-

* *Nota para el lector interesado.* Se podría afirmar que no es posible deducir estas leyes lisa y llanamente a partir de los principios de la mecánica newtoniana, porque para ello serían necesarios, además, datos o suposiciones adicionales para construir la deducción. Sin embargo, existe en lógica un célebre "teorema de la deducción" que afirma lo siguiente: si se agrega a varias premisas otra premisa *D*, y se puede deducir de todas ellas una determinada consecuencia, entonces de las premisas (sin la adicional) se puede deducir el condicional: "Si se cumple lo que afirma la premisa adicional, entonces es posible afirmar la consecuencia". La expresión formal del teorema es la siguiente: $H_1, D \longrightarrow H_2$; $H_1 \longrightarrow$ *si* D *entonces* H_2. Por consiguiente, de los principios newtonianos es posible deducir la información de que, si se cumplen ciertas condiciones particulares, entonces son válidas las leyes mencionadas en el texto y, en este sentido, ellas serían hipótesis derivadas.

ciados empíricos básicos que describen, como en la narrativa policial, el proceder de un presunto delincuente. También admitiremos como teorías las que están formadas exclusivamente por enunciados de segundo nivel. Enunciados generales, universales, estadísticos o probabilísticos que describan regularidades empíricas serán considerados teorías, como sucede con la de Darwin en su formulación primitiva. Con mayor razón serán teorías las que incluyan enunciados de nivel teórico o tercer nivel. Muchos son los epistemólogos y filósofos de la ciencia que, por el contrario, prefieren utilizar la palabra "teoría" para referirse solamente a hipótesis y conjuntos de hipótesis de tercer nivel, es decir, aquellos en los que figura al menos un término teórico, pues a su entender las leyes empíricas no constituirían propiamente teorías, sino, más bien, información empírica generalizada. A nuestro entender, este punto de vista olvida que las generalizaciones empíricas no están verificadas y que si se las acepta o emplea es a título de hipótesis y no de información observacional probada. Esto no impide reconocer que, cuando se han admitido hipótesis de segundo nivel, a éstas se las puede considerar como una suerte de "superhechos" empíricos y entender que la relación que existe entre el segundo y el tercer nivel de enunciados es similar a la que existe entre los niveles primero y segundo: en ambos casos se trata de dar cuenta de los hechos a través de hipótesis.

Nuestro uso amplio del término "teoría" nos permite afirmar que las consecuencias observacionales de una teoría, constituidas por enunciados empíricos básicos o de primer nivel, también forman parte de ella. En este punto nos apartamos del temperamento aristotélico, sostenido también por Popper, según el cual la teoría debería estar integrada por enunciados generales, por lo cual los enunciados singulares no formarían parte de ella. Un inconveniente de adoptar esta tesitura es que entonces no todo lo que se deduce de los enunciados fundamentales de una teoría pertenece a ella; además, no se contempla la circunstancia de que, hasta que no haya corroboraciones o refutaciones, las consecuencias observacionales de una teoría son tan hipotéticas como cualquier otro enunciado de la misma; y finalmente, se oculta que algunas consecuencias observacionales de la teoría tienen tanto valor científico y producen una información tan respetable como cualquier otra hipótesis derivada. Por ejemplo, los enunciados de primer nivel que describen la posición de los planetas, según se deducen de las teorías de la mecánica celeste, parecerían ser tan importantes como muchas otras hipótesis derivadas.

Admitido que las consecuencias observacionales pertenecen a la teoría, el carácter hipotético de ésta se transmite a aquéllas: se hallan en estado de problema. Cuando se realizan observaciones pertinentes aparecen lo que semióticos, lógicos y lingüistas llaman "enunciados metalingüísticos", como el que resultaría de informar, a partir de la observación pertinente, que la consecuencia observacional que se está "testeando" queda verificada o refutada. En realidad, las descripciones de la observación pertinente y de la consecuencia observacional, si acontece la verificación, son un mismo enunciado; en caso contrario, uno de ellos consiste en la negación del otro; pero lo que importa en la contrastación no es tanto el enunciado que describe la observación pertinente, sino el enunciado metalingüístico que afirma: "La observación pertinente muestra que la consecuencia observacional es verdadera (o falsa)". Esta

aclaración es importante porque pone en evidencia, como ocurre en casi todas las disciplinas e investigaciones, que el discurso en el que se discute una teoría tiene componentes que forman parte de la propia teoría y a la vez componentes metateóricos, es decir, del metalenguaje con el cual se habla de ella.

La noción campbelliana de teoría

La noción de teoría que hemos presentado corresponde aproximadamente a la manera en que epistemólogos como Popper y Mario Bunge, con algunas diferencias, emplean esta polisémica palabra. Pero no es la única que domina la escena epistemológica en la actualidad. Hay una tradición que proviene de Norman Campbell (y de Frank P. Ramsey) según la cual el término "teoría" debería reservarse para un conjunto de hipótesis teóricas puras, es decir, enunciados no mixtos de tercer nivel según la nomenclatura introducida por nosotros en el Capítulo 4. De este modo, una teoría sería una estructura lingüística de naturaleza muy abstracta en que las palabras, vocablos y términos que aparecen aludirían a entidades no observables o, al menos, serían expresiones cuyo significado no sería directo o empírico. Habría por tanto que aclarar dicho significado posteriormente, en las ocasiones en que la teoría deba ser empleada. Precisamente, el uso de una teoría así entendida obliga a agregar reglas de correspondencia a sus enunciados teóricos puros. Al hacerlo, la teoría adquiere significación, puesto que las reglas de correspondencia que se han incorporado actuarían a manera de puente entre la estructura formal ofrecida en un principio y la base empírica a la cual la teoría se quiere aplicar.

Entendida de esta manera, la utilización de una teoría implica dos partes: la primera, el núcleo teórico que se ha tomado como conjunto de enunciados sin significado o, al menos, sin significado empírico; la segunda, un añadido constituido por las reglas de correspondencia, cuya función es aplicar el núcleo teórico a la realidad. Pero, según este punto de vista, las reglas de correspondencia no pertenecen a la teoría, sino que constituyen el nexo que permite la aplicación de una teoría a un problema determinado de la base empírica. Para entender de dónde puede provenir un punto de vista semejante, podríamos imaginar que la mecánica newtoniana de partículas fuese una teoría en este sentido: se hablaría, en un sentido puramente abstracto, de un espacio euclídeo, de posiciones de una variable espacial y de instantes de una variable temporal (pero sin prejuzgar que estamos refiriéndonos al espacio y al tiempo físicos) y de ciertas entidades llamadas partículas, sobre las cuales se ejercen, sin tampoco aclarar de qué se trata, fuerzas; habría, además, características como la masa de una partícula y también velocidades y aceleraciones, que describen el cambio de posición de las partículas a medida que transcurre el tiempo. Mientras no se diga nada más, hablar de partículas, del espacio, del tiempo, de las fuerzas o de la masa no tiene más sentido que el que ofrecen las ecuaciones o relaciones que los principios de la teoría admiten entre tales entidades; pero, si queremos que la teoría sirva para la investigación del físico y deje de ser solamente una estructura de orden puramente lingüístico y matemático (como las que más adelante describiremos cuando nos ocupemos del método axiomático), será necesario agre-

gar reglas de correspondencia. Ellas deberán vincular el espacio euclídeo con localizaciones o lugares entendidos de modo absoluto o relativo para el espacio físico real, conectar las funciones temporales con relojes, decidir a qué se llamará partículas y vincular fuerza y masa con otros instrumentos o fenómenos observables en la realidad. Es interesante señalar que los científicos toman la decisión de aplicar la palabra partícula a (o relacionar el concepto de partícula con) entidades reales de muy distinta naturaleza: átomos, corpúsculos de polvo, astros o galaxias; pueden hacerlo siempre que se elija una cierta escala para los fenómenos que han sido declarados de interés para la investigación y pueda ser despreciado, por no ser pertinente, todo aquello que sea más pequeño.

En la concepción campbelliana de una teoría, ésta es totalmente invariante frente a las distintas aplicaciones que se pudieran hacer de ella en el curso de una investigación. Tal invariancia implica que la teoría no tiene valor gnoseológico por sí misma; no puede decirse de ella que sea verdadera o falsa, o que proporciona conocimiento. Una teoría a la Campbell es una especie de martillo lógico con el cual estamos dispuestos a golpear a la realidad para que ésta revele su consistencia y sus secretos. Pero ello no puede hacerse directamente, como ocurre cuando clavamos un clavo, pues el "martillo" no actúa directamente sobre el material donde el "clavo" será insertado. Aquí, el "clavo" que permite la acción del "martillo" sobre la naturaleza son las reglas de correspondencia y éstas varían drásticamente según la circunstancia de uso que corresponda a cada investigación o aplicación de la teoría.

En nuestra concepción, como en las de Popper y Bunge, las teorías constan de hipótesis y, por consiguiente pueden ser verdaderas o falsas en el sentido aristotélico, o sea, según el acierto o el defecto con que describan la realidad. Las teorías pueden ser calificadas, de acuerdo con algún criterio, como "buenas" o "malas"; si son "buenas" expresan o representan conocimiento en mejor situación que lo que lo hacen las "malas". A diferencia de Campbell, entendemos las teorías como presuntos conocimientos, o al menos candidatas a expresarlos, y la investigación científica consiste en establecer, de la mejor manera posible, cuál es el grado de excelencia que tienen en su pretensión cognoscitiva. Como antes dijimos, este planteo no tiene sentido para las teorías entendidas al modo de Campbell; en éstas, el concepto pertinente es el de "utilidad", y lo que habría que examinar es cuán útil resulta una teoría como instrumento de investigación en ciertas aplicaciones, cuando se las emplea en conjunción con tales o cuales circunstanciales reglas de correspondencia. Vale la pena señalar también que, cuando a una teoría en el sentido de Campbell se le agregan las reglas de correspondencia en cada una de estas aplicaciones, lo que se obtiene es una teoría en el sentido popperiano de la palabra, o sea, ahora sí, un conjunto de hipótesis acerca de entidades. Y puesto que todos los enunciados han cobrado sentido, al menos parcialmente, adquiere significado también preguntarse por cuestiones de verdad y falsedad. En cierto modo, una teoría a la Campbell es algo así como un molde parcial que da origen a teorías "de carne y hueso", a la Popper. Notemos que, si bien una teoría campbelliana a la que se agregan reglas de correspondencia se transforma en una teoría en el sentido popperiano, lo inverso no es cierto; una teoría en este último sentido no tiene por qué estar constituida por enunciados teóricos puros y reglas de correspondencia. Muy bien puede suceder que se

trate de una colección de enunciados, algunos de los cuales sean puramente de segundo nivel (empíricos) y todos los restantes enunciados teóricos mixtos que contengan elementos de ambos vocabularios: el teórico y el empírico.

Explicación y predicción teóricas

Puede suceder que una consecuencia observacional deducida dentro de una teoría resulte ya conocida como verdadera, porque a propósito de ella ha habido una investigación empírica que así lo estableció previamente. Si esto ocurre, decimos que hemos ***explicado*** el hecho descrito por la consecuencia observacional. La razón es que, aunque ya teníamos información sobre el hecho y sabíamos que ocurrió de tal o cual manera, ahora estamos en condiciones de deducirlo de las leyes o principios de la teoría y, por tanto, comprender por qué ocurrió. Ésta es la noción básica de lo que llamamos explicación científica. Supongamos haber observado que el planeta Marte se hallaba en determinada fecha en cierto lugar de la esfera celeste. Diremos que este hecho ha quedado explicado por medio de la teoría de Newton si a partir de ésta es posible deducir, a modo de consecuencia observacional, que el planeta debió hallarse allí en la fecha mencionada. Sin embargo, puede acontecer que no sepamos si la consecuencia observacional que se deduce de la teoría es verdadera o falsa porque se refiere a un hecho que ocurrirá en el futuro. En este caso habrá que esperar que acontezca. Un astrónomo, con el auxilio de la teoría de Newton, puede afirmar que Marte se hallará en cierto lugar de la esfera celeste el 13 de diciembre de 2005. Entonces decimos que estamos haciendo, una ***predicción***, o sea, que nos estamos adelantando a los acontecimientos deduciendo de la teoría que tal o cual hecho tendrá que ocurrir en el futuro.

Sin embargo, debemos llamar la atención acerca del uso que epistemólogos y metodólogos dan actualmente a la palabra "predicción". En su origen, "predecir" es adelantarse a los hechos y afirmar que algo tendrá que acontecer de tal o cual manera. Esta afirmación puede tener dos sentidos muy diferentes. En primer lugar, estar originada por el mero pálpito, en cuyo caso muchos epistemólogos no estarían dispuestos a hablar de "predicción científica". (Popper prefiere utilizar, incluso en sus discusiones sobre ciencias sociales, la palabra ***profecía***.) Para que se pueda hablar de predicción en sentido científico debemos poder deducir el enunciado que describe el hecho de los principios de una teoría. Por otra parte, la predicción *no tiene por qué referirse estrictamente a un hecho del futuro*, sino a un hecho actual o, incluso, del pasado, acerca del cual no teníamos conocimiento. Aquí la predicción no se adelanta a los hechos, sino a nuestro conocimiento probado de los mismos. Un astrónomo puede "predecir" que el 14 de agosto de 1035 debió ocurrir un eclipse. En este sentido, predecir es afirmar algo de lo cual todavía no tenemos la información debida, aunque sea a propósito de un hecho ya acaecido. Tal cosa es perfectamente factible en historia, si bien los historiadores no emplearían en este caso la palabra "predicción" y preferirían hablar de "retrodicción", la operación de deducir qué debió haber ocurrido en el pasado. Por el contrario, nosotros adoptaremos el término predicción en su sentido amplio, epistemológico, el de deducir de los

principios de una teoría un enunciado observacional, ya se refiera éste al pasado, al presente o al futuro, y que hasta el momento no estaba verificado.

Es evidente que hay cierta estrecha conexión entre las nociones de explicación y predicción. Una predicción cumplida, es decir, una consecuencia observacional que se hace verdadera, se transforma automáticamente en una explicación: la consecuencia observacional queda explicada por la teoría de la cual se la dedujo. Inversamente, una explicación pudo haber sido una predicción en el pasado, en un momento histórico en que aún no se había corroborado la consecuencia observacional. El astrónomo inglés Edmund Halley predijo, con el auxilio de la mecánica newtoniana, la aparición en 1758 del cometa que hoy lleva su nombre, lo cual efectivamente ocurrió. A partir de esa fecha, se pudo decir que la observación del astro quedó explicada por la teoría de Newton (que, a la vez, quedó nuevamente corroborada).

La estructura de una teoría

¿Qué estructura lógica tiene una teoría? Al contemplar el conjunto de todas las hipótesis que forman parte del discurso de una peculiar teoría científica, advertimos, en primer lugar, las hipótesis de partida, hipótesis fundamentales o, lisa y llanamente, principios de la teoría. La palabra "principio", heredada de Aristóteles para aludir al tipo de enunciado que se encuentra al comienzo de una disciplina científica, no debe entenderse aquí de manera solemne. No se trata, por ejemplo, de señalar lo que metafísicamente constituiría alguna sustancia básica de lo existente. Tampoco tiene una connotación ética, como cuando los políticos afirman ser "hombres de principios". Para nosotros, "principio" significa algo mucho más modesto y cotidiano: punto de partida, inicio. Así decimos: "Fui al cine, pero me perdí el principio de la película". De modo que, insistimos, los principios de una teoría son las hipótesis a partir de las cuales, mediante instrumentos deductivos, se construye o desarrolla el resto de la estructura teórica.

Los principios se toman como premisas a partir de las cuales se construirán deducciones, es decir, razonamientos correctos que permitirán producir las conclusiones que hemos denominado "hipótesis derivadas". Ya hemos señalado, en el capítulo anterior, la importancia de obtener hipótesis derivadas a partir de los principios o hipótesis fundamentales de una teoría. Constituye uno de los modos de producción de nuevos presuntos conocimientos, permite que la teoría explique las hipótesis derivadas en el caso en que éstas hayan sido ya aceptadas y otorga sistematicidad a las hipótesis de la teoría. El proceso de deducción de hipótesis derivadas es, además, de primordial importancia en el contexto de justificación, pues nos permite hallar consecuencias observacionales de la teoría y por lo tanto someterla a contrastación para decidir luego si se la puede mantener por corroboración o si habrá que descartarla por refutación.

Algunas teorías han sido propuestas porque la investigación científica tenía como objetivo explicar hechos o leyes intrigantes. Pero a veces ocurre una situación que otorga todavía más mérito al descubrimiento teórico, y es que una serie de hechos o leyes inconexos, aparentemente no relacionados entre sí y de naturaleza muy diversa, quedan todos englobados en una misma explicación teórica pues se pueden deducir, como hipótesis derivadas, a partir de unos pocos principios muy simples pero poderosos. Esto es lo que ocurrió con la teoría de Newton. A mediados del siglo XVII se conocían la leyes de caída de los cuerpos, del movimiento de los proyectiles, del movimiento de los planetas alrededor del Sol, del comportamiento de los péndulos, del choque entre cuerpos, pero no parecía haber entre tales leyes relación alguna. La mecánica de Newton mostró que todas ellas se podían deducir a partir de los principios de la teoría, con lo cual ésta logró explicarlas, unificando por vía deductiva lo que, de otra manera, hubiese quedado disperso. No resulta inoportuno señalar, una vez más y a propósito de este ejemplo, cuál es la importancia de la lógica en ciencia. La estructura que hace de las teorías científicas una herramienta de descubrimiento, de explicación y de unificación es, en el fondo, un subproducto de la deducción; sin lógica, la ciencia sería un conjunto disperso de leyes concebidas aisladamente.

Corroboración y refutación de teorías

A partir de las hipótesis fundamentales o principios de una teoría es posible, en forma análoga a la que ya discutimos en el caso de las hipótesis, deducir consecuencias observacionales. Éstas serán enunciados de primer nivel cuyo valor de verdad puede ya ser conocido o bien hallarse en estado de problema. Si una teoría posee consecuencias observacionales es posible, del mismo modo que describimos para las hipótesis, aplicarle la operación de contrastación. Mediante observaciones pertinentes se podrán "testear" consecuencias observacionales y según que éstas resulten verdaderas o falsas se declarará a la teoría corroborada o refutada. No habría, en realidad, nada que añadir a lo que dijimos anteriormente a propósito de las hipótesis; también en este caso podríamos describir una sucesión de estados del proceso de investigación científica relacionada con una teoría, es decir, nuevas contrastaciones, abandono de la teoría si hay refutación (al menos en el modelo "simple" del método hipotético deductivo) y finalmente su aceptación para proseguir con las correspondientes aplicaciones clínicas, tecnológicas o prácticas derivadas de ella.

Sin embargo, aquí corresponde hacer una aclaración adicional. Cuando una consecuencia observacional queda refutada, a la vez queda refutada la teoría por entero, y en especial la afirmación simultánea de todas sus hipótesis de partida. Esto no significa que todas ellas sean falsas. Quien propone una teoría admite provisoriamente que todas sus hipótesis fundamentales son verdaderas. Si esto es desmentido por la refutación de una consecuencia observacional, lo que ocurre es que al menos una de aquellas hipótesis es falsa: quizá sólo una, o varias, o todas. ¿Cuántas de ellas, cuáles? En principio no lo sabemos. Cuando una teoría fracasa, se inicia un tipo de investigación peculiar que consiste en tratar de establecer qué hipótesis son "culpables" y cuáles podrían ser conservadas. Ésta es tarea complicada, aun en el caso de ciertas teorías de estructura lógica bastante simple, es decir, de reducido número de hipótesis fundamentales, como la teoría de Newton formulada a la manera tradicional o la teoría original de Darwin. Pero en el campo de la ciencia es posible encontrar

teorías muy complicadas, que utilizan un número elevado de hipótesis fundamentales. Las teorías sociológicas que cita Zetterberg como ejemplo del uso del método hipotético deductivo en las ciencias sociales requieren muchas hipótesis de partida y, en nuestra opinión, una teoría psicoanalítica bien fundada podría estar constituida por alrededor de dos mil hipótesis fundamentales. En este sentido, si algo falla en la teoría, lo cual es muy probable, no es fácil asegurar si las hipótesis "culpables" son una, muchas, muchísimas o todas ellas, caso en el cual tendríamos algo así como una conspiración total de errores. Si una teoría tiene n hipótesis de partida, cada una de ellas podría ser verdadera o falsa, de modo que la cantidad total de posibilidades se obtiene multiplicando 2 por sí mismo n veces, es decir 2^n. Puesto que hay que descartar el caso en que todas las hipótesis sean verdaderas, deberíamos analizar 2^n-1 posibilidades. La mecánica newtoniana tiene cuatro hipótesis fundamentales (n=4) y ante su eventual refutación tendríamos que analizar quince posibilidades, pero en el caso de la teoría psicoanalítica las posibilidades serían 2^{2000}-1, un número que va más allá de todo intento de investigación sistemática en materia de búsqueda de hipótesis "culpables". Pues, ¿en qué consistiría, en principio, semejante investigación? En tomar variantes de la teoría original, dejando algunas hipótesis inalteradas y adoptando la negación de otras, para luego analizar si las teorías así modificadas conducen o no a los mismos inconvenientes a los que llevó la teoría original. La tarea puede requerir el análisis de 2^n-1 teorías alternativas, y ser de hecho irrealizable si n es elevado. Incluso puede acontecer que ninguna de las teorías alternativas sea adecuada y haya que proponer otra de carácter totalmente diferente, dando lugar con ello a alguna clase de revolución científica. La investigación de lo que ocurre cuando una teoría queda refutada origina por consiguiente una problemática muy intrincada que no se pone en evidencia cuando se consideran hipótesis aisladas y de la cual nos ocuparemos más adelante.

— Cuando se formula una teoría, puede suceder que se deduzcan de ella todas las hipótesis fundamentales de alguna teoría anterior, ya conocida y aceptada por los científicos. Si esto ocurre, se dice que la teoría derivada queda explicada por (o subsumida en) la teoría más amplia de la cual aquélla se deduce. Toda corroboración de la teoría derivada es a la vez corroboración de la teoría amplia, porque las consecuencias observacionales de la teoría derivada se dedujeron de las hipótesis de partida de ésta, que a la vez son hipótesis derivadas de la teoría amplia. En este sentido, todos los hechos explicados por la teoría subsumida pasan a ser explicados ahora por la más amplia, y se puede afirmar que la teoría antigua "apoya" a la más reciente. Pero lo recíproco no es cierto. La teoría amplia podría quedar refutada y la derivada ser verdadera, porque la falsedad de alguna de las hipótesis de partida de la primera no implica necesariamente la falsedad de lo que se derive de ellas: de lo falso se puede deducir lo verdadero. Analicemos un ejemplo. Los principios de la teoría del *movimiento de los proyectiles* de Galileo se deducen de los principios de la mecánica newtoniana: la teoría de Galileo está subsumida en la de Newton, o deriva de ésta, en el sentido aproximado que indicamos en una nota al pie de la página 136. De este modo, la teoría de Galileo, explicada por (o subsumida en) la teoría de Newton, prestó apoyo a ésta. Cualquier corroboración de la teoría de Galileo (como resultado, por ejemplo, de un experimento de laboratorio con proyectiles) será a la vez

una corroboración de la teoría de Newton. Si se obtuviera, en cambio, una refutación de la teoría de Galileo, quedaría refutada también la de Newton, mas no a la inversa, pues ésta podría haber quedado refutada por algún tipo de observación astronómica, lo cual no hubiese significado al mismo tiempo haber refutado la teoría de Galileo. Aunque le preste "apoyo", una teoría derivada bien corroborada y aceptada no transmite automáticamente sus méritos a aquella en la que está subsumida, y la teoría amplia debe acreditar su carácter de "buena" teoría por cuenta propia.

Requisitos metodológicos de las teorías

Cuando se formula una teoría es necesario cuidar que ésta satisfaga ciertos requisitos metodológicos básicos. El primero consiste en la exigencia de que entre las hipótesis que forman parte de la teoría no existan tautologías, o sea, proposiciones verdaderas en razón de su estructura lógica o del significado de los términos que aparecen en ella*. En realidad, una tautología no puede ser una hipótesis pues no se halla en estado de problema: su verdad se conoce de antemano. Preguntarse si hay tautologías entre las hipótesis o principios de una teoría significa simplemente realizar una investigación lógica para detectar la existencia de tales enunciados. Si se tiene éxito, se puede prescindir de ellos por dos razones: primero, porque ya se sabe que son verdaderos; segundo, porque las tautologías no ofrecen ninguna información. Una tautología es verdadera en cualquier mundo posible que podamos imaginar y no implica ningún compromiso acerca de cómo es la realidad en la que estamos inmersos. Las tautologías son importantes para los lógicos, pero totalmente inútiles y triviales para una investigación acerca de cómo es la realidad y, por consiguiente, no deben estar presentes en la construcción de una teoría científica. La tautología "Hay un gato en el tejado o no lo hay" es una verdad en cualquier mundo posible y nada nos informa acerca de si hay o no un gato en el tejado en nuestro mundo real.

Debemos recordar al lector, sin embargo, que cuando empleamos las palabras "hipótesis" o "teoría" nos estamos refiriendo a enunciados y conocimientos de carácter fáctico, es decir, que se relacionan con la realidad y con hechos concretos que puedan acaecer en ella. Por consiguiente, por el momento, no nos estamos ocupando de matemática, de lógica o de ciencias formales en general. Ahora bien, la naturaleza de la matemática y de las entidades matemáticas, como veremos, constituye un problema acerca del cual no hay respuesta unánime y del que se ofrecen muchas soluciones divergentes. Es cuestión muy controvertible pero, para muchos lógicos, una teoría matemática (entendido el término "teoría" en un sentido muy diferente al que se emplea en las ciencias fácticas) tendría también principios, pero éstos serían tautologías. Ésta es la manera de pensar de Bertrand Russell, al menos en cierto momento de su vida, cuando afirma que la matemática es reducible a la lógica y que las verdades matemáticas son, en realidad, verdades lógicas, deducibles a partir de cier-

* Usamos aquí "tautología" de manera más amplia que la empleada corrientemente por los lógicos formales; queremos significar enunciados que son verdades lógicas o bien enunciados "analíticos", que son los verdaderos en virtud del significado de sus términos.

tos principios. Tales verdades son, por consiguiente, tautologías, ya que para los lógicos "tautología" y "verdad lógica" son conceptos equivalentes. La prohibición de emplear tautologías, por inútiles e innecesarias, rige sólo para las teorías fácticas. Se entiende que incluir en una teoría meteorológica la afirmación de que en toda ciudad de nuestro planeta "llueve o no llueve" no implica ganar conocimiento alguno, pues semejante enunciado es superabundante.

El segundo requisito, mucho más importante que el anterior, es que no haya entre nuestras hipótesis (en particular, entre las hipótesis fundamentales), contradicciones. Una contradicción supone la existencia de enunciados tales que unos afirman lo que otros niegan, o bien un único enunciado que afirme lo que a la vez niega, como "Hay un gato en el tejado y no hay un gato en el tejado". El enunciado contradictorio dice que *A* es, al mismo tiempo, *p* y *no-p*, o que *A* tiene cierta propiedad y, a la vez, no la tiene. A diferencia de una tautología, una contradicción no es una trivialidad sino un absurdo, un imposible, y una teoría que haga suposiciones imposibles acerca de la realidad está, desde un comienzo, mal construida.

La prohibición de que en una teoría no haya hipótesis contradictorias o hipótesis que se contradicen entre sí no rige sólo para sus principios sino también para todas sus hipótesis derivadas. Si de los principios de una teoría deducimos un enunciado *A* y también el enunciado *no-A*, diremos que la teoría es inconsistente o contradictoria y ello basta para que quede refutada por razones lógicas. En efecto, si *A* fuese verdadero, *no-A* sería falso, y a la inversa. En cualquier caso habría un enunciado falso en la teoría. La refutación acontecería aquí no por razones empíricas, pues no ha hecho falta recurrir a observación pertinente alguna, sino por razones lógicas puramente internas. En cierto modo, la teoría termina así su existencia de la manera más infamante, debido a sus propios defectos de construcción y no al veredicto observacional. Si se advierte que dos hipótesis de partida se contradicen, ello es suficiente para abandonar la teoría; pero a veces no es sencillo detectar si una teoría es o no inconsistente. Se puede citar como ejemplo cierta teoría sociológica, una de cuyas hipótesis fundamentales afirmaba que el origen de toda conducta violenta humana deriva de estados instintivos internos. Esta especie de teoría instintual extrema, de tipo psicoanalítico, incluía otras hipótesis fundamentales acerca del comportamiento humano, pero una de ellas afirmaba que toda acción violenta de un ser humano sobre otro provoca una respuesta también violenta. Como el lector puede comprender, esta última hipótesis es contradictoria con la primera, porque supone que hay acciones violentas que son respuestas a otras acciones violentas y, por tanto, no es cierto que toda acción violenta tenga origen en estados internos instintivos. Una teoría así está condenada a la refutación de antemano, aunque en otros casos la contradicción puede hallarse oculta entre las hipótesis derivadas. El establecimiento de consecuencias de una teoría puede ser la resultante de un encadenamiento muy extenso de argumentos deductivos que parten de las hipótesis fundamentales y más de un científico descubrió, entristecido, que alguna gloriosa teoría de su creación quedaba de pronto refutada por culpa de una contradicción que sólo se podía obtener luego de muchas deducciones y grandes esfuerzos. El famoso astrónomo inglés James Jeans formuló una teoría sobre el origen de los planetas, atribuyéndolo a la marea provocada en el Sol por una estrella cuya trayectoria la había aproximado mucho a éste. Era muy interesante y explicaba, por ejemplo, las órbitas retrógradas de los satélites de algunos de los planetas exteriores. Pero otro astrónomo la desarrolló luego extensamente, con el auxilio de la termodinámica, y descubrió que entre sus deducciones matemáticas aparecía una contradicción: no se necesitó ningún tipo de observación o argumento empírico para refutar la teoría de Jeans. Hay otros ejemplos en el campo de la lógica misma. El lógico norteamericano Willard Quine publicó en 1940 su célebre libro ***Mathematical Logic*** y seis meses después su discípulo y luego gran lógico Rosser demostró que del sistema teórico de Quine se deriva una contradicción, la llamada paradoja de Burali Forti. La desazón de Quine es imaginable, al igual que la de su editor, ya que el libro era de reciente publicación. Quine debió hacer un arreglo provisorio del texto y agregar una suerte de fe de erratas que justificara la presencia del libro en el mercado editorial, pues, como es sabido, no es conveniente publicar libros en los que figuren teorías públicamente contradictorias.

El tercer requisito para la constitución de una teoría científica se relaciona con su contrastabilidad, exigencia que debe ser satisfecha para asegurar su carácter científico. Una teoría es aceptable desde el punto de vista metodológico si tiene consecuencias observacionales. La palabra "aceptable" se refiere a que la teoría puede ser adoptada como tema de investigación y no a sus presuntos méritos en cuanto a conocimiento. La cuestión de la contrastabilidad supone, a su vez, la posibilidad de avanzar en tres etapas: la primera, ligada al requisito que hemos expuesto, comprobar la existencia de consecuencias observacionales; la segunda, deducir al menos algunas de ellas; y la tercera, establecer, mediante observaciones pertinentes, la verdad o falsedad de tales consecuencias.

Una observación adicional acerca de las teorías científicas

Ya hemos señalado la polisemia (e incluso vaguedad) de la palabra "teoría". Algunos autores consideran que no es necesario concebir una teoría como un conjunto nítidamente delimitado de enunciados, sino como una familia parcialmente variable de supuestos guiados por un mismo conjunto de conceptos. En tal caso no sería adecuado hablar de "refutación de una teoría" y de "cambio" de una por otra, sino simplemente de "ajuste" de una misma teoría, pues se reemplazarían algunas de las hipótesis admitidas anteriormente por otras nuevas sin considerar por ello que la teoría ha sido sustituida. Dada la vaguedad del conjunto de supuestos admitidos, se corregirían simplemente algunos errores, pero en principio estaríamos tratando con la misma teoría, sólo que rejuvenecida y actualizada. Desde un punto de vista lógico, no es conveniente adoptar esta tesitura, porque un cambio de hipótesis es, al fin de cuentas, un cambio en la pintura del mundo. Aunque la modificación parezca apenas un detalle, la "máquina de deducir", con el nuevo conjunto de hipótesis, puede llevar a resultados globales con significativas alteraciones de la imagen de la realidad que se obtiene. Para tomar un ejemplo, pequeñas variaciones en la constante de gravitación universal pueden influir notoriamente en los modelos del universo que dise-

ñan los cosmólogos, en cuanto a la forma que adquiere el cosmos con el tiempo y aun a cómo aconteció su inicio o acaecerá su término. Por consiguiente, por razones de carácter lógico, preferimos entender la palabra "teoría" en un sentido muy estricto, y toda modificación de sus hipótesis fundamentales como un "cambio" de teoría y no un mero "ajuste" de la anterior.

No obstante, es necesario reconocer que en un sentido práctico es posible hablar de "familias de teorías". Una "familia de teorías" puede corresponder a "teoría" en el sentido ordinario de la palabra. Cuando se habla de la "teoría psicoanalítica" se hace mención en realidad a una enorme cantidad de teorías, a veces con diferencias apreciables entre ellas, pero que tienen en común un hilo conceptual conductor y algunos principios invariables presentes en todas sus variantes. Curiosamente, la teoría de Newton también se halla en esta situación, ya que, como es sabido, hay de ella formulaciones rigurosas desde el punto de vista del lenguaje lógico y del lenguaje matemático que no son equivalentes. Pese a ello, hablamos de la teoría de Newton como si existiese de ella una sola formulación y una sola manera de entenderla. Para un empleo cotidiano de las nociones científicas vinculadas a la teoría de Newton, ello no acarrea inconvenientes, pues los científicos no necesitan en su tarea diaria disponer de la reconstrucción rigurosa y completa del discurso newtoniano desde un punto de vista lógico y matemático. Sólo desde una perspectiva epistemológica importa entender la estructura lógica de lo que afirma la teoría en relación con problemas de prueba y explicación, cuán corroborada o refutada se encuentra, etcétera. Es únicamente en este ámbito donde habrá que considerar a las diferentes formulaciones del sistema newtoniano, no equivalentes entre sí, como teorías distintas, cada una de ellas asociadas a métodos explicativos y predictivos diferentes.

El hábito de denominar en forma general "teoría" a lo que en realidad es una familia de teorías o variaciones de teorías no es sólo privativo del psicoanálisis o la física, pues cuando hablamos de la "teoría marxista" o la "teoría sociológica", estamos ante una situación totalmente similar. Lo que ocurre es que en estos casos se vuelve muy urgente distinguir las variantes, porque suelen ser bastante diferentes y con propiedades epistemológicas y metodológicas muy diversas. Una actividad muy interesante sería, al respecto, poner en orden desde el punto de vista lógico a la "teoría marxista", decidir cuántas variantes se han propuesto, cuáles son sus diferencias y cuáles son, si existen, sus distintas propiedades a propósito de predicciones y explicaciones.

La teoría y la práctica

Se sostiene a veces una suerte de antinomia e independencia entre lo que se denomina, respectivamente, la teoría y la práctica. La teoría sería un pensamiento abstracto, desgajado de la realidad y de los intereses inmediatos que tiene la sociedad en relación con los problemas que debe resolver. La práctica, en cambio, sería un sistema de acciones mediante las cuales alteramos el curso de los acontecimientos o la estructura de la realidad, en función de nuestros intereses y del deseo, como hemos dicho, de resolver problemas inmediatos. Esta distinción conlleva un sesgo valorativo implícito, en cierto modo dependiente del temperamento de quien lo fórmula. Si

se privilegia como esencial para la naturaleza humana la preocupación por actividades espirituales, evidentemente la actividad teórica y cognoscitiva será lo destacado, en tanto que la práctica será considerada subsidiaria, un tanto oportunista y circunstancial, a la cual hay que prestar atención simplemente porque nos permite resolver problemas cotidianos. Por el contrario, si se piensa que la tarea más urgente de un ser humano es siempre realizar acciones en beneficio de la sociedad y sus semejantes, la actividad teórica resultaría un tanto "egoísta" y excéntrica, por cuanto el centro de nuestra atención debería centrarse en la práctica.

La primera posición puede encontrarse ejemplificada, por ejemplo, en el famoso dicho del matemático Jacobi, ya mencionado, según el cual se desarrolla la matemática por el honor del espíritu humano. Nada menos que Marx, cuya filosofía materialista es bien conocida, señala que, cuando gracias a la ciencia y a la técnica se hayan podido resolver las necesidades materiales e inmediatas del hombre, éste podrá dedicarse a lo que verdaderamente lo impele su esencia, o sea, a las obras del espíritu. Ya hemos adelantado nuestra opinión en favor de concebir al conocimiento científico como un bien cultural intrínseco, al igual que las fugas de Bach, la poesía de Rilke o la filosofía de Kant. Sin embargo, la preocupación por la práctica debería ser a la vez uno de nuestros intereses principales, pues el saber científico proporciona recursos para resolver urgentes problemas de naturaleza médica, urbanística, ética, social y económica. El científico debe ocuparse de aquellas investigaciones de las que pueda derivarse beneficio para la sociedad y evitar otras de las cuales se pueda afirmar conclusivamente que sirven a la destrucción. David Dickson, en su libro *Tecnología alternativa*, señala que, al menos en Occidente, el 80% de la investigación científica se realiza en organismos o empresas ligadas directa o indirectamente a la defensa nacional, es decir, a fines bélicos, o bien a la producción de mercancías vinculadas al consumo y a la intención de promover nuevas ventas. Bien indica Dickson que dentro de estas actividades no todo está dirigido a lo que filosóficamente pudiera denominarse el interés y el bienestar humano, tanto desde el punto de vista práctico como desde el punto de vista cultural.

A diferencia de lo que se cree habitualmente, hay relaciones estrechas y complejas entre las teorías científicas y la práctica, y aquí es conveniente recordar algunos tópicos que mencionamos en el Capítulo 9. Si nos atrevemos a utilizar la muy discutida nomenclatura de "ciencia pura" para aquella que se propone producir y poner a prueba teorías científicas y construir nuestro conocimiento del mundo, podemos afirmar ahora que la ciencia pura tiene, como utilidad manifiesta, el poder aplicarse al estudio de problemas prácticos o concretos, actividad a la que hemos llamado "ciencia aplicada". La ciencia aplicada, a su vez, es la que permite producir aparatos o mercancías y, en general, construir toda la metodología de las acciones humanas que conocemos con el nombre de "tecnología". No es que no se puedan resolver problemas prácticos mediante investigaciones por métodos de ensayo y error, y es necesario reconocer, en la historia de la tecnología, la existencia de una enorme cantidad de acciones y procedimientos producidos por la sociedad humana donde la ciencia, en un sentido teórico, no tuvo intervención. Lo que se puede asegurar es que en la actualidad el desarrollo de la técnica y la solución de problemas prácticos en áreas como la medicina, la ingeniería, la informática o la ecología requieren, de manera im-

prescindible, una cantidad tal de conocimientos y una actividad interdisciplinaria tan intensa que, finalmente, cabe afirmar que no puede haber técnica y práctica sin el conocimiento que ofrecen las teorías científicas. También es importante advertir, a la inversa, que el desarrollo de la tecnología origina soluciones a problemas científicos, por ejemplo a través de la construcción de nuevos aparatos e instrumentos para la investigación científica y, además, obliga a prestar atención a fenómenos y regularidades que la ciencia pura del pasado tal vez no hubiera advertido. Un caso histórico pertinente es el desarrollo de la termodinámica en el siglo XIX, estimulado por el interés de los científicos en comprender el modo de operar de las máquinas de vapor. En una palabra, teoría y práctica, cada una con sus metodologías y sus procedimientos, forman, sin embargo, un entrelazamiento inseparable y en modo alguno pueden ser concebidas en la actualidad como independientes.

11

Teorías. Segunda parte: la teoría de Darwin



Dos ejemplares de los "pinzones de Darwin", cuyas características son manifiestamente disímiles, tal como el biólogo los observara en las islas Galápagos. Dibujo de John Gould que ilustra el informe de Darwin (1836), publicado luego de su célebre viaje a bordo del Beagle.

Antecedentes

En este capítulo ilustraremos nuestras consideraciones anteriores analizando un ejemplo concreto de teoría científica en lo que respecta a su estructura lógica interna, los problemas que planteó su contrastación y, hasta cierto punto, también sus condiciones de producción en el contexto de descubrimiento. Se trata de una de las teorías más gravitantes en la historia de la ciencia y, para ciertos autores, la más trascendente de las que fueron formuladas en el siglo XIX. Nos referimos a la teoría de la evolución de Charles Darwin, de la cual ofreceremos una versión sucinta debida al biólogo Julian Huxley. La presentación sigue los lineamientos ofrecidos por Darwin en la primera edición de *El origen de las especies* (1859), libro en el cual la expuso por primera vez. Debe señalarse que, debido a ciertas objeciones que le fueron señaladas a Darwin y a las críticas de todo orden de las que fue objeto, en ediciones posteriores modificó algunos de sus puntos de vista y se volvió, por así decirlo, "menos darwinista". La elección de esta teoría radica en que se la puede exponer de acuerdo con los cánones del método hipotético deductivo en versión simple, mostrar su carácter explicativo y predictivo, y su empleo en el contexto de aplicación.

En la historia de la biología se han manifestado siempre tendencias fundamentalistas o conservadoras que tienden a aceptar más o menos literalmente las afirmaciones bíblicas a propósito de la creación de las especies animales y vegetales. De acuerdo con la Escritura, Dios las habría creado a la vez, en un único acto de creación, y a partir de allí habrían perdurado sin modificaciones hasta la actualidad, salvo, como excepción, en el caso de aquellas que pudieron haber desaparecido por la ocurrencia de cataclismos o cambios climáticos. Quienes adoptan esta posición, el *fijismo*, no aceptan que las especies cambien con el tiempo ni que puedan existir en la actualidad especies que no existieran ya en épocas anteriores. Sin embargo, a medida que los geólogos del siglo XVIII (como James Hutton) aumentaban su conocimiento acerca de la formación geológica de la Tierra, advertían en las capas más recientes fósiles que atestiguaban la presencia de especies animales ausentes en las capas más antiguas, en las cuales, a su vez, había fósiles de especies desconocidas en el presente. Se trataba de observaciones preocupantes para quienes sostenían el fijismo. La segunda no parecía grave: las especies antiguas pudieron haber desaparecido debido a algún cataclismo. En cambio, la primera planteaba una pregunta inquietante. Si Dios había creado de una sola vez todas las especies, ¿cuál era el origen de las especies más recientes, de las cuales no había rastros en las capas geológicas más antiguas?

Una primera respuesta fue dada por una serie de teorías conocidas globalmente como *catastrofismo*, sostenidas por Georges Cuvier y otros a fines del siglo XVIII y comienzos del XIX. Se suponía un encadenamiento de etapas geológicas separadas por grandes cataclismos, en cada una de las cuales Dios habría efectuado un nuevo acto de creación. La última de ellas bien pudo ser, tal vez, aquella a la cual se refiere la Biblia en el episodio del Diluvio y el arca de Noé. La Escritura sólo haría referencia a esta reciente etapa geológica, la única que habría de preocupar al hombre para su salvación, y el "día" dedicado a la aparición de animales y vegetales sería el

período en el que aconteció la sucesión de todas las etapas separadas por catástrofes. Todavía hay sostenedores del catastrofismo, pero, de hecho, se advierte que la historia geológica, aunque incluye catástrofes y períodos de cambio brusco, nunca pudo concebir desastres de tal magnitud que eliminaran todo lo creado hasta el momento y requiriesen un nuevo acto de creación.

Por estas razones, los biólogos de temperamento científico se inclinaron a buscar otras explicaciones. La primera tentativa razonable se debe a Jean-Baptiste de Lamarck, cuyo libro *Filosofía zoológica*, de 1809, ofrece una explicación del intrigante problema en términos no fijistas sino evolutivos, es decir, admitiendo que las nuevas especies provienen realmente de especies anteriores por un fenómeno secular de cambio. La evolución se basaría en la capacidad de los individuos de alterar su fisiología, su conducta o sus atributos como resultado del desafío del ambiente (una suerte de "acomodación" al mismo). Lamarck creía que tales cambios son hereditarios y, por consiguiente, que se perpetúan en la especie. Los descendientes de los poseedores de estas nuevas características aumentan en número cada vez mayor porque disponen de mayores ventajas ante el ambiente, y terminan constituyendo una nueva especie a expensas de los que no las poseen y se extinguen.

El ejemplo arquetípico que ofrece Lamarck es su explicación de cómo se originó la jirafa, un animal recientemente descubierto por los europeos de su época. Un primitivo antílope de reducida estatura se alimentaba de las hojas más bajas de los árboles, pero, en sitios donde la población era numerosa, el alimento se acababa y la mayoría de los animales no podía acceder a las hojas que se hallaban a mayor altura. Sin embargo, algunos antílopes consiguieron con esfuerzo estirar el cuello y las patas de manera de poder alcanzarlas, y esa característica adquirida (un cuello y unas patas algo más largas que las de los restantes) era heredada por sus descendientes, antílopes de cuello y patas más largas y en situación más ventajosa para obtener alimento, por lo cual sobrevivían, a diferencia de los otros, que perecían. Por sucesivos estiramientos en cada generación y con el transcurso del tiempo, el primitivo antílope dejó de serlo y se transformó en jirafa. ¿Por qué, sin embargo, el proceso no avanzó indefinidamente hasta producir jirafas de la altura de la torre Eiffel? La respuesta invoca razones de ingeniería: un cuello y unas patas demasiado largos alterarían el centro de gravedad del animal hasta impedir que pudiese mantener la posición de equilibrio y por tanto alimentarse. De allí que la longitud del cuello y de las patas de la jirafa llegaron a ciertos valores máximos y no avanzaron más allá.

La teoría evolutiva de Lamarck, que invoca la herencia de las características adquiridas por el individuo, es atractiva e ingeniosa pero presenta muchos inconvenientes. No se puede explicar de esta manera la aparición de características favorables tales como las manchas en la piel de la jirafa o el color blanco en el pelaje de la fauna del Ártico porque en estos casos no hay nada análogo a "querer estirar el cuello"; el oso polar puede "querer" tener pelaje blanco, pero no hay ningún mecanismo conocido que explique la ocurrencia de algo semejante. Para colmo, no hay evidencia en favor de que las características adquiridas se hereden, sino más bien de lo contrario. Un individuo de piel blanca que pase una temporada en el trópico puede tostarse por la aparición de melanina en la piel, y ésta sería una "acomodación" del cuerpo a las circunstancias ambientales, pero este cambio no se hereda y

la descendencia seguirá teniendo la piel blanca. (Hoy los biólogos saben que toda modificación en la herencia corresponde a un cambio en el equipo genético y, al parecer, las influencias del ambiente no afectan por sí mismas a los cromosomas, que siguen siendo aquellos con los que dotó la naturaleza a cada individuo.)

Pese a las críticas que hoy se le pueden formular a la teoría evolutiva de Lamarck y a su concepción de las características adquiridas heredables, no hay duda de que significó un importante avance en el camino hacia el evolucionismo moderno. Eliminó las explicaciones metafísicas o religiosas y trató de justificar la aparición, diversidad y evolución de las especies a partir de causas naturales. En este sentido, preparó el camino a Darwin, quien advirtió las dificultades de la teoría lamarckiana y propuso un mecanismo evolutivo diferente. Darwin admitió la existencia de cambios o variaciones accidentales en los seres vivos, debidos al azar, que hace que los descendientes de un individuo sean ligeramente diferentes de sus progenitores. (En la actualidad se atribuyen estas variaciones a accidentes genéticos, pero Darwin vivió en una época en que la genética aún no se había desarrollado.) La existencia de estas variaciones no alcanza para dar una explicación de cómo se formaron las especies y por qué las características heredadas se conservan. Los accidentes genéticos producen muchos cambios de calidad, pero, como observaba hace algunas décadas Jean Rostand, el biólogo francés, la mayoría de ellos son negativos para el individuo enfrentado a su ambiente. Quienes los poseen no están en situación favorable y terminan por desaparecer. ¿Cuál es, entonces, el mecanismo de la evolución? ¿Por qué, a medida que transcurre el tiempo, el cambio de las especies se desarrolla en ciertas direcciones y no en otras? Para contestar estas preguntas es necesario exponer la teoría de Darwin tal como él la concibió.

Darwin

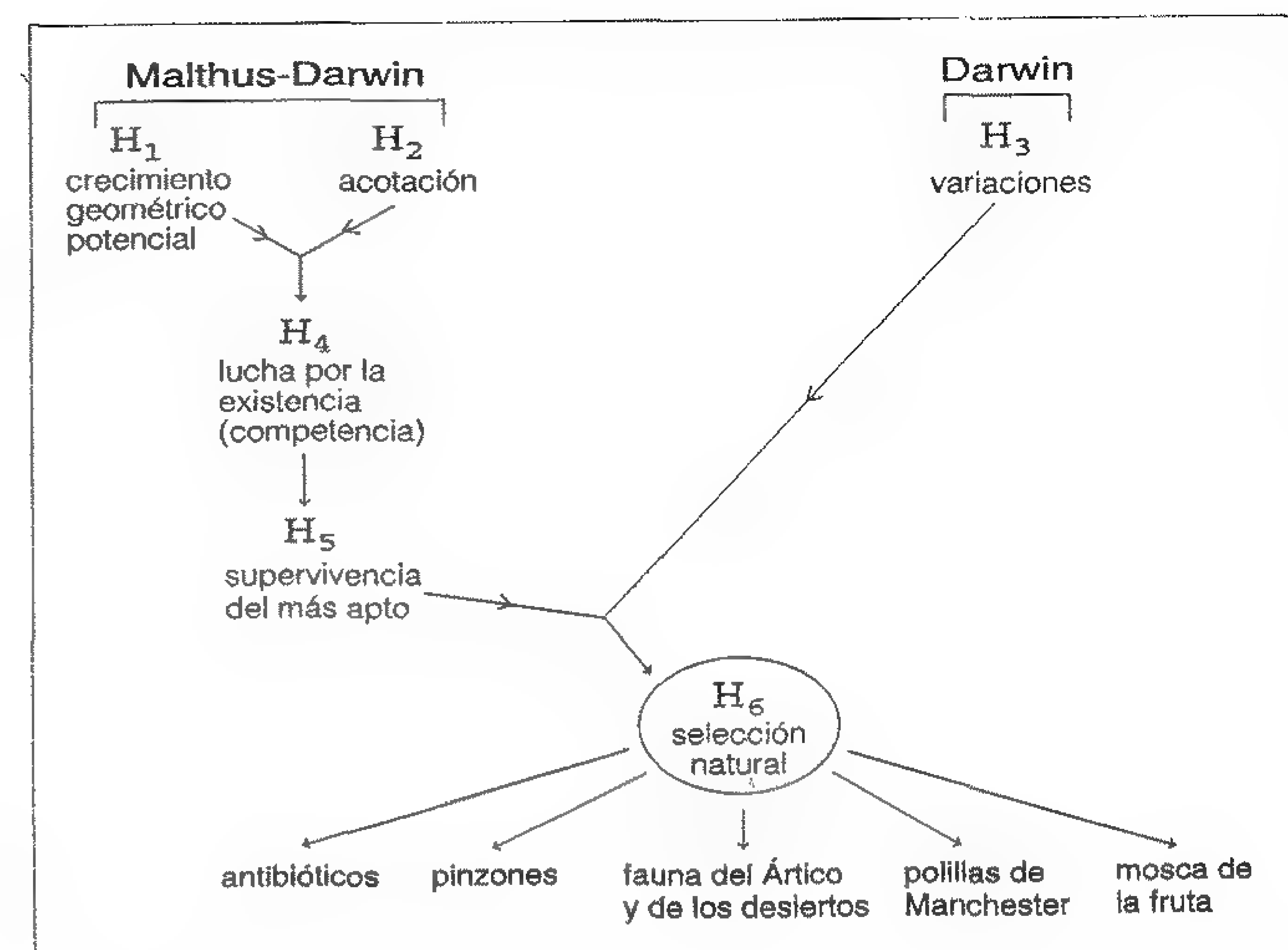
El conocimiento biogeográfico de Darwin desempeñó un papel de primer orden en la génesis de su teoría de la evolución. El joven Darwin no tenía muy en claro cuál era su vocación; su familia lo había destinado al estudio de la medicina, que disgustaba a Darwin, y luego trató de volverse clérigo, pero descubrió que tampoco le interesaba. Su padre le vaticinó un negro porvenir y en realidad no se equivocó del todo, porque la teoría de la evolución provocó tal cantidad de polémicas, desprecios e insultos, que el pobre Darwin, persona apacible, bondadosa y de espíritu religioso, fue considerado a la postre por los sectores más conservadores de Inglaterra como una suerte de demonio. En realidad, Darwin era un naturalista aficionado, pero logró finalmente ser aceptado en 1831 como biólogo en una nave oceanográfica que realizaría un viaje de cinco años alrededor del mundo. Los nombres hoy resultan familiares para los argentinos: la nave era el *Beagle* y estaba comandada por el capitán Fitz Roy. Al cabo de los cinco años, durante parte de los cuales Darwin se halló enfermo, la expedición regresó a Inglaterra. Finalmente, el viaje resultó ser el más importante en la historia de la biología, ya que, al cabo del mismo, Darwin había concebido a grandes rasgos su teoría de la evolución.

Es interesante advertir que el problema del cambio de las especies se le presentó a Darwin cuando, al abandonar Inglaterra y llegar a Sudamérica, advirtió que muchas especies que él conocía en su país las volvía a hallar en esas comarcas con ligeras variantes. A medida que el *Beagle* avanzaba hacia el sur, las hallaba más y más diferentes. Al parecer, fue en su estancia en la Argentina donde comenzó a imaginar lo que sería luego su teoría, pero en las islas Galápagos, un archipiélago en el Pacífico ubicado a 1 000 km al oeste de Ecuador, el problema se le presentó en toda su magnitud. En todas las islas habitaba un grupo de pájaros, los pinzones, pero en cada una de ellas presentaban características diferentes en cuanto, por ejemplo, al tamaño de picos, patas o alas. Darwin se preguntó por qué un pájaro que es prácticamente similar en todas partes del mundo, en esas pequeñas islas separadas entre sí por unos pocos kilómetros aparecían constituyendo unas dieciséis especies diferentes.

Aquí tenemos, en este caso particular, los problemas que se intentan resolver y cuya respuesta requiere la formulación de hipótesis y teorías. Darwin intenta hallar una explicación a los hechos y regularidades que le han llamado la atención y que constituyen el problema. En Inglaterra, ya disponía de su teoría pero no se decidió a publicarla antes de contar con de mayor cantidad de datos, hasta que otro biólogo, Alfred Wallace, le escribió una carta en la que exponía las mismas ideas y solicitaba su opinión. En un alarde de honestidad científica, Darwin dio a conocer, en la Sociedad Linneana de Londres, la carta de Wallace junto con un resumen de su teoría. Finalmente, a instancias de los amigos, Darwin publicó en 1859 la primera edición de *El origen de las especies* (cuyos 1 250 ejemplares se vendieron en un solo día), en el que expone la teoría que ahora presentaremos de una manera sistemática.

La estructura de la teoría de Darwin

Como indica la figura de la página 179, la teoría de Darwin tiene tres hipótesis fundamentales o principios, dos de los cuales, H_1 y H_2, se originan en ideas del famoso economista inglés Thomas Malthus, concebidas por éste para la población humana y por Darwin para toda especie en un hábitat cerrado. Darwin trata de imaginar lo que ocurre en una región geográfica donde la flora y la fauna están confinadas y a la cual no pueden abandonar. El mejor ejemplo puede ser una isla, pero también una región como la que en la Argentina delimitan los ríos Colorado y Negro, los Andes y el Atlántico. Siguiendo a Malthus, Darwin describe en sus dos primeras hipótesis H_1 y H_2 lo que sucede con la cantidad de miembros de una especie que habita en una de tales regiones. Potencialmente, la cantidad de individuos de una especie tiende a aumentar a medida que transcurren las generaciones. Supongamos que en una isla viviese una generación de cien perros y que cada pareja de estos animales procrease a lo largo de su vida ocho cachorros en promedio. De aquí resultaría que hay que multiplicar el número de la primera generación por cuatro para obtener el de la segunda, éste por cuatro para obtener el de la tercera y así sucesivamente. En general, habrá que multiplicar la población en cierto momento por un número k para obtener la población siguiente, y a este tipo de crecimiento se lo llama geométrico o exponencial. Esta última denominación se debe a que, si el núme-



ro de miembros de la primera generación es n, el de la segunda será $n \times k$, el de la tercera $n \times k \times k$, el de la cuarta $n \times k \times k \times k$, y así sucesivamente, o sea, en general, $n \times k^h$ cuando hayan acontecido h descendencias. Si k fuese igual a uno, cada pareja de perros tendría en su vida nada más que dos cachorros y la población sería estable (con n individuos), ya que los dos progenitores serían reemplazados por dos cachorros. Pero k suele ser en general mayor que uno, y en nuestro ejemplo lo hemos supuesto igual a cuatro. En estas condiciones el crecimiento de la población de perros es bastante rápido: cien perros de primera generación originarían 400 en la segunda, 1 600 en la tercera, 6 400 en la cuarta, 25 600 en la quinta... El crecimiento exponencial, aunque comience siendo lento, a la larga se hace muy grande y explosivo. La hipótesis H_1 afirma que el crecimiento potencial de una población aislada, como en nuestro ejemplo de los perros en la isla, responde a una ley empírica de esa naturaleza: es exponencial o geométrica.

La hipótesis H_2, un tanto complicada según la presenta Darwin y que simplificaremos en nuestra exposición, afirma que el número efectivo de miembros de una especie en un habitat cerrado está acotado: no puede aumentar más allá de cierto número debido a la limitación impuesta por los recursos alimentarios. La cantidad de alimentos disponible en un hábitat cerrado es limitada, aunque más no fuese por la superficie finita del lugar y la cantidad de carbono y otras sustancias necesarias para que se desarrolle la vida. La existencia de ese límite es responsable de que el crecimiento real de los animales no sea geométrico. También esta hipótesis le fue sugerida a Darwin por la lectura de la obra de Malthus. Sin embargo, una pregunta que podemos formularnos aquí está referida a la condición metodológica que exige de las teorías la no inclusión de enunciados tautológicos. ¿No es en realidad H_2 una tautología? Lo sería quizá si Darwin, a partir de un conocimiento que surgió

posteriormente, hubiese podido vincular las limitaciones del alimento con el crecimiento y el metabolismo de los seres vivos. Dado que ello era inaccesible al conocimiento científico de su época, supondremos que no estamos en presencia de una tautología y que H_2 es completamente legítima.

Aceptadas estas dos hipótesis fundamentales, se deduce de ellas la hipótesis derivada H_4, conocida como "lucha por la existencia". Si el alimento está limitado y las especies tienden a aumentar geométrica o exponencialmente, debe llegar un momento en que haya más candidatos a alimentarse que alimento disponible, algo así, metafóricamente hablando, como si la platea de un cine tuviera mil localidades y hubiese cinco mil aspirantes a asistir al espectáculo. ¿Qué ocurrirá entonces? Para Darwin, acontecerá una lucha entre los individuos por el alimento, y, finalmente, algunos de ellos derrotarán a los competidores, que morirán de hambre. Este aspecto un tanto violento que aparece en la teoría de Darwin deriva de las dos primeras hipótesis H_1 y H_2, que en sí mismas parecen inofensivas. Según Darwin, en la naturaleza debe existir violencia, y ello sería luego utilizado por ciertos filósofos como Nietzsche o Sorel para encontrar una justificación naturalista de la guerra. Es curioso además que muchos admiradores de Darwin en virtud de otros aspectos de su teoría, como los materialistas dialécticos (quienes le atribuyeron el mérito de ofrecer una explicación científica precisa de los procesos de cambio), lo consideraran a él y a sus discípulos como "reaccionarios" por este peculiar aspecto al cual nos estamos refiriendo. Hoy en día la discusión se halla un tanto atenuada porque, con razón, se entiende que la hipótesis H_4 no describe literalmente una "lucha por la existencia" sino más bien un fenómeno de *competencia*: los individuos tratan de ejercer mejor sus facultades para aventajar a los otros. En un hábitat cerrado donde abunden los predadores, por ejemplo, lo que acontecerá no es una lucha de unos contra otros para asegurarse el alimento, sino una competencia en la que cada uno tratará de correr lo más rápidamente posible para alcanzar el alimento antes que otros. La idea de competencia no implica violencia y, en el caso de la especie humana, la "lucha por la existencia" no supone necesariamente el conflicto o la guerra. De esta hipótesis H_4 Darwin deduce la hipótesis H_5, casi como consecuencia natural, llamada "supervivencia del más apto", según la cual los individuos que tengan características más favorables entre los que compiten han de sobrevivir, en tanto que los que no las tengan, los más incompetentes, desaparecerán. El proceso de desaparición puede ser rápido o lento, según la índole de las características que definen, para cada individuo en determinado hábitat, el hallarse en situación favorable o desfavorable.

Hasta el momento no hemos considerado la tercera hipótesis fundamental, H_3, la "hipótesis de las variaciones". Resumida al máximo, expresa lo siguiente: en la descendencia de los individuos aparecen con frecuencia variaciones, es decir, características que los padres no poseen y que son, en la mayoría de los casos, heredables. Hoy sabemos que estas variaciones son casuales y provienen de una modificación accidental del equipo genético que puede acontecer de distintas maneras, por lo que la situación es en realidad más complicada que la imaginada por Darwin; de allí que los neodarwinistas actuales modifican bastante este punto en su formulación de la teoría. Pero la genética era desconocida para Darwin (aunque murió bastante después de que Mendel hubiera publicado sus trabajos, ignorados por sus contemporáneos) y

por tanto se limita a afirmar la aparición de variaciones, algunas de las cuales son favorables para la supervivencia y otras no, y que ellas son además heredables. Esto significa que, en un hábitat determinado, aparecen de tanto en tanto individuos con características más ventajosas para la competencia o lucha por la existencia que las que tienen otros individuos. Estamos por tanto en condiciones de deducir, de las hipótesis H_5 (supervivencia del más apto) y H_3 (existencia de variaciones, unas favorables y otras desfavorables), la hipótesis H_6 que describe el mecanismo llamado "de selección natural". Los individuos que tienen la nueva característica favorable compiten en mejores condiciones que aquellos que no la tienen, son más aptos para sobrevivir y por tanto prevalecen sobre ellos, en una primera etapa, en una cierta cantidad. Sus hijos heredan esa característica y, a medida que trascurren las generaciones, aumenta el número de individuos que poseen la característica favorable y disminuye el de los que no la tienen. (En este sentido, para Darwin, "favorable" es algo especialmente vinculado a características que facilitan la obtención de descendencia.) Al cabo de muchas generaciones, los primeros ocuparán todo el hábitat y los segundos habrán desaparecido: ha aparecido una nueva especie y desaparecido otra.

Los darwinistas emplean la palabra ***adaptación*** para describir este proceso por el cual una especie, en un hábitat dado y como resultado de la aparición de variaciones favorables aunque azarosas, adquiere características que le permitirán desempeñarse con mayor eficacia en su medio. También Lamarck y los lamarckianos hacen uso de esta palabra, pero en relación al modo en que los ***individuos*** responden a las exigencias del medio (como el estiramiento del cuello de la jirafa), y suponen que esta adaptación en sentido individual puede ser heredada. Nosotros hemos empleado la palabra "acomodación" a propósito de la teoría de Lamarck y usaremos el término "adaptación" exclusivamente en el sentido darwiniano.

Según la hipótesis H_6 de la selección natural, la aparición de una característica favorable y heredable termina por cambiar la especie a través de las distintas generaciones. H_6 explica, por tanto, la aparición de nuevas especies a partir de las antiguas, por medio de un mecanismo que no implica adaptación dirigida o teleológica. La aparición de las características favorables es meramente casual y lo que ocurre es que ellas se producen constantemente o, al menos, en cantidad suficiente como para permitir que se produzca la adaptación y la selección natural. Darwin tenía experiencia personal en la cría de animales domésticos y conocía de primera mano la existencia de variaciones en el ganado, que los criadores cruzaban para obtener mejores ejemplares por medio de una suerte de selección artificial. La hipótesis H_6 es, en realidad, la idea más importante que aparece en la teoría de Darwin, en particular porque no hay razones para excluir de su ámbito de validez a la especie humana. Ésta será la fuente de los conflictos para Darwin, porque en un libro posterior, ***El origen del hombre*** (1871), y por influencia de algunas ideas del geólogo Lyell, se atrevió a explicar la aparición del hombre en la historia de las especies por el mecanismo evolutivo que antes había aplicado a los animales. En la suposición darwiniana, el hombre habría aparecido por selección natural a partir de ciertos monos antropoides; en la teoría del argentino Florentino Ameghino, hoy descartada, habría acontecido a la inversa, y los monos se habrían originado, a través de la selección natural, a partir de los seres humanos. Al autor de este libro no le resulta extraña esta tesis, en razón

de haber conocido a algunos de sus compatriotas que bien parecerían corroborar la *hipótesis ameghiniana*.

Contrastaciones de la teoría de Darwin

En nuestro gráfico hemos señalado por medio de flechas, a partir de la hipótesis H_6 de selección natural, deducciones que llevan a hipótesis derivadas de un nivel menor, en el sentido de que se acercan más a generalizaciones inductivas obtenidas de la experiencia. Puede decirse que la teoría de la selección natural sirve para explicar por qué acontecen cierto tipo de regularidades. El caso de los pinzones, que desencadenó la teoría de Darwin, queda explicado, en especial a través de la hipótesis de la selección natural, del siguiente modo. Los pinzones llegaron como animales de características homogéneas al archipiélago (tal como se los encuentra en el continente), pero encontraron en cada isla un tipo de alimento y de contexto geográfico diferente; paulatinamente, por selección natural, en aquellas islas donde el único alimento eran frutos de cáscara dura o insectos queratinizados fueron desarrollando un pico cada vez más grande y poderoso que pudiese romper la fruta o deshacer la dura caparazón de los insectos. En las islas donde el alimento consistía en insectos blandos o pequeños animales tales como lombrices, el pico permaneció, como en los pinzones habituales, pequeño y débil. En algunas islas era necesario correr velozmente para alcanzar a las lagartijas u otros animales veloces con los cuales alimentarse y ello, por selección natural, provocó la adaptación con patas cada vez más largas y enérgicas que permitiesen correr con mayor rapidez. En las islas en las que los pinzones disponían de alimentos terrestres las alas eran innecesarias y se atrofiaron, en tanto que en otras en donde era necesario volar para alcanzar insectos para alimentarse, las alas se desarrollaron al máximo. Paulatinamente, la selección natural originó animales diferentes en cada isla y ello explica la diversidad biológica en las especies de pinzones que tanto preocuparon a Darwin.

¿Cómo se originó entonces la famosa jirafa de Lamarck de acuerdo con la teoría de Darwin? Según la explicación darwiniana, el estiramiento individual de cuellos y patas de antílopes nada significa desde el punto de vista de la evolución, pues no es heredable. Ocurrió que, aleatoriamente, nacían algunos antílopes con el cuello y las patas más largos que otros, y éstos se hallaban en mejores condiciones que el resto para acceder al alimento ofrecido por las hojas más elevadas de los árboles. Por adaptación, miembros de generaciones posteriores tenían el cuello más largo, pero también aparecían, cada tanto, ejemplares de cuello aún más largo y así, por acumulación de variaciones, adaptaciones, competencias, supervivencias de los más aptos y selecciones, finalmente el antílope llegó a transformarse en la jirafa que conocemos. No es imposible que se hayan producido variaciones que provocaron jirafas de cuello más largo que los que conocemos, pero esa característica acabó por ser desfavorable, como ya dijimos, por la imposibilidad de mantenerse el animal en equilibrio y poder alimentarse. En el mismo sentido es posible explicar la aparición de la piel manchada de la jirafa, característica ventajosa pues permite al animal enmascararse, mimetizándose en el ambiente selvático, y quedar a salvo de los predadores.

Hemos hablado antes de la fauna del Ártico. Es comprensible que los animales que por casualidad tenían pelo blanco o al menos más claro que otros, en el Ártico, donde el paisaje es blanco, se hallaban en posición más favorable para sobrevivir pues los animales predadores distinguían menos a los de pelaje blanco que a los de pelaje oscuro. Por selección natural y adaptación, los animales del Ártico terminaron siendo todos blancos, ya se trate de lobos u osos. La única excepción que provocó cierta alarma entre los darwinistas fue el descubrimiento de una marta de pelo gris, hasta que se descubrió que el animal vivía nadando de espaldas... exponiendo hacia arriba su panza blanca.

Estos ejemplos nos muestran la relatividad de la palabra "favorable" en el proceso de adaptación. No se pretende que haya algo favorable o desfavorable que marque una línea absoluta y total de evolución, pues lo favorable o desfavorable depende del ambiente. El color blanco es favorable en el Ártico, pero desfavorable en un desierto, donde lo favorable es tener pelaje marrón o gris, colores que a su vez serían sumamente desfavorables en el Ártico. De acuerdo con la teoría de la evolución, lo que es favorable o desfavorable, y por tanto determina la línea evolutiva de una especie, es relativo a las características del hábitat; de este modo, la evolución hizo marrones a casi todos los animales del desierto, pero blancos a los del Ártico. Puede ser interesante recordar que la característica visual llamada miopía, considerada ordinariamente un defecto, sería favorable en los ámbitos urbanos, pues una gran cantidad de tareas en las ciudades son de índole burocrática y la miopía facilita la aprehensión de lo cercano y por tanto la concentración en el trabajo. Todo lo contrario ocurriría en las zonas rurales, donde hay que prestar atención a lo que se encuentra alejado; aquí la miopía es una característica desfavorable y la hipermetropía, en cambio, favorable. Si la evolución humana, en cuanto a los modos de vida, continuara como hasta ahora, se podría hacer la darwiniana predicción de que, en un futuro lejano, los habitantes de las ciudades serán miopes en tanto que en las zonas rurales serán hipermétropes. Curiosamente, la predicción ya fue formulada por H. G. Wells en su novela ***La máquina del tiempo***, a propósito de las dos ramas en las que se dividiría la especie humana en un distante porvenir: los ***eloi***, que viven en la superficie de la Tierra, y los ***morlocks***, que habitan en su interior. Lo que ocurre es que, con el advenimiento de la cibernética, de las computadoras y seguramente de una cantidad enorme de otras invenciones tecnológicas, es un tanto impredecible el modo de vida que llevarán nuestros descendientes.

Alrededor de la década de los años 40, como ya señalamos, Jean Rostand indicó que uno de los inconvenientes de la teoría de Darwin era que, si bien acumulaba una buena variedad de explicaciones (como las que involucran pinzones y animales del Ártico o del desierto), se carecía de ejemplos que mostrasen su poder predictivo, o sea, que anticiparan hechos no conocidos. A ello agregaba Rostand la observación de que las mutaciones genéticas inducidas por rayos X o ultravioletas, o los trastornos espontáneos del equipo genético, resultan ser en la mayoría de los casos desfavorables con relación al ambiente. Sin embargo, luego de la Segunda Guerra Mundial, se acumularon predicciones de la teoría evolutiva. El primer caso fue el de los antibióticos. Los biólogos evolucionistas advirtieron que las bacterias a las que se combatía por medio de ellos se adaptarían por selección natural, debido a que ciertas mutacio-

nes, que aparecerían periódica y azarosamente, serían inmunes a la acción de tales compuestos químicos. La predicción se cumplió y hoy constituye un problema grave de la investigación biomédica, sobre todo en razón del uso indiscriminado y constante de antibióticos, el producir continuamente otros nuevos porque los ya conocidos pierden paulatinamente su eficacia debido a las razones mencionadas.

Otro caso interesante de predicción aconteció en California en relación con el problema de la mosca de la fruta (o del Mediterráneo), plaga que ocasionaba una pérdida de millones de dólares anuales a quienes cosechaban naranjas. La mosca desova en la cáscara de la naranja, lo cual produce una afección en la fruta y, a veces, su inutilización completa. De hecho, se logró combatir al insecto cuando los químicos descubrieron el DDT, apto para ser utilizado contra insectos y plagas. Como consecuencia, la mosca de la fruta desapareció de California durante varios años, lo cual fue saludado como un hecho exitoso y definitivo. Sin embargo, los biólogos darwinistas advirtieron cautelosamente que este tipo de estrategia contra la plaga sólo sería eficaz durante un breve tiempo porque la mosca terminaría por adaptarse al DDT, haría inocuo su empleo y la plaga retornaría con mayor intensidad. Lo que realmente ocurrió: aparecieron, de seguro, mutantes inmunes al ataque del insecticida, la mosca se adaptó, se multiplicó y la estrategia, finalmente, fracasó. Por eso hoy los biólogos son partidarios de estrategias de otro tipo, como el desarrollar en una región insectos o animales que se alimenten de la plaga; de este modo, por ejemplo, se ha intentado combatir la abeja africana no con insecticidas sino con insectos que se alimentan de ella. Esto plantea a los biólogos problemas bastante intrincados, porque nunca se sabe con certeza cómo se desarrollará el mecanismo de adaptación y no es enteramente predecible la eficacia de la nueva estrategia.

Un tercer ejemplo de predicción hecha con el auxilio de la teoría de Darwin, realmente impactante, es el caso de las polillas de Liverpool y Manchester. En la Edad Media, las polillas predominantes en estas dos ciudades tenían alas de color blanco o amarillo pálido, lo cual puede ser explicado con la teoría de Darwin si se piensa que, en aquel entonces, las paredes de las casas, iglesias y catedrales eran blancas o amarillas. Se comprende que tener alas claras era una característica favorable porque las polillas que se posaran sobre una pared no podían ser fácilmente detectadas por los pájaros, en tanto que las de alas oscuras eran localizadas con facilidad y devoradas. El color gris que comenzaron a adquirir los edificios medievales o renacentistas de las ciudades europeas, y especialmente en Inglaterra, fue fruto de la revolución industrial. El hollín que abundaba en grandes cantidades en la atmósfera fue responsable del ennegrecimiento de los edificios y entonces la característica de tener alas blancas o amarillas dejó de ser favorable para las polillas y pasó a serlo la de tener alas oscuras. Efectivamente, era sabido que las polillas de ciudades industriales como Manchester y Liverpool tenían alas grises o pardas. Finalizada la Segunda Guerra Mundial, fue necesario reconstruir las casas bombardeadas y los intendentes ordenaron pintar de blanco o amarillo las casas viejas o limpiar sus frentes, tras lo cual los biólogos vaticinaron que las polillas de esas ciudades volverían a tener alas claras. La predicción se cumplió a los pocos años.

En la descripción anterior de la teoría de Darwin hemos puesto el énfasis en tópicos que corresponden al contexto de descubrimiento, vinculado con su génesis, y al de justificación, en cuanto a su estructura y a las posibilidades de explicación y predicción que permite dicho marco teórico. Pero es importante destacar también algunas implicancias de la teoría en el contexto de aplicación. Ella permite, por ejemplo, fundamentar las técnicas para el mejoramiento del ganado y el control de las plagas, y el conocimiento que brinda se ha convertido en un instrumento de primer orden para los estudios agrícolas y veterinarios. Por ello es que, al margen de las disputas epistemológicas, filosóficas y hasta teológicas que aún despierta, referidas a su pertinencia para la cultura contemporánea, la teoría de Darwin es en la actualidad un marco teórico habitual y casi banal para aplicaciones tecnológicas de muy diversa especie, y por consiguiente se halla estrechamente vinculada con problemas de desarrollo tecnológico y económico. Por otra parte, resulta una teoría auxiliar indispensable para la ecología, pues permite comprender el funcionamiento de un ecosistema y, por tanto, de qué manera, para bien o para mal, se lo puede alterar.

¿Hay términos teóricos en la teoría de Darwin?

En la modelización que hemos hecho de la teoría de Darwin según el método hipotético deductivo, se advierte que las hipótesis fundamentales H_1, H_2 y H_3 no parecen contener términos teóricos. Si esto es cierto, la teoría de Darwin sería un ejemplo de una teoría de segundo nivel, o sea, que ofrece a lo sumo generalizaciones o leyes empíricas. La única objeción que podría exponerse aquí es el uso de la noción de especie, que Darwin no caracteriza claramente. La definición de especie es un problema lleno de dificultades tanto para los biólogos como para los metodólogos. De cualquier manera, recordamos al lector que cuando hablamos de términos teóricos nos referimos a un tipo de entidad que va más allá de lo observable, en tanto que un término empírico se refiere a lo que pertenece a la base empírica y es por tanto observable. Si la definición de especie se hace de modo estadístico, utilizando una conjunción de rasgos de alta correlación que tienen cierta independencia estadística de los demás, "especie" sería un término empírico y nuestra aseveración de que la teoría de Darwin es de segundo nivel sería exacta. No obstante, hay quienes dan otro tipo de definición de especie, donde esta palabra se asemeja más a un término teórico. Se ha tratado de definir operacionalmente el término, diciendo, por ejemplo, que dos individuos de distinto sexo pertenecen a una misma especie si existe reproducción sexual entre ellos, o bien, si son del mismo sexo, cuando existe un individuo de sexo diferente con el que los otros dos podrían procrear. Aquí ya no aparece con claridad el carácter empírico de la palabra "especie", sólo que esta definición operacional ha fracasado. Como señala el biólogo T. Dobzhansky en su libro ***Genética y población***, existe en los Estados Unidos una especie de mosca que tiene tres variedades: la del Atlántico, la del Pacífico y la de la zona central. La del Atlántico se cruza con la de la zona central y la de ésta se cruza con la del Pacífico, pero la del Pacífico no se cruza con la del Atlántico, lo cual automáticamente hace inviable la anterior definición de especie.

Es posible dar definiciones de especie que otorguen a esta palabra características de término teórico, por lo cual, una reinterpretación de la teoría de Darwin, de acuerdo a estas definiciones, le quitaría su carácter de teoría puramente empírica. Pero es interesante señalar que ésta no es la idea darwiniana original. En la primera edición de *El origen de las especies*, la noción de especie se relaciona con correlaciones y agrupaciones descriptivas de características observables. Como ya lo hicimos notar, muchas veces se afirma que los principios de una teoría de segundo nivel se obtienen por inducción, pero esto no es necesariamente cierto. La estructura de una afirmación que no contenga términos teóricos puede, no obstante, ser muy complicada desde el punto de vista lógico y no ser una mera generalización obtenida a partir de casos. La teoría de Darwin proporciona el muy interesante ejemplo de una teoría que no posee términos teóricos y que, por consiguiente, tiene cierto valor descriptivo acerca del comportamiento pautado de las entidades de una base empírica, pero que no es obtenible por inducción debido a la complejidad de sus hipótesis. Como diría Popper, para formular sus hipótesis empíricas Darwin debió emplear la misma dosis de imaginación que para obtener una teoría de alto nivel, es decir, que contuviese enunciados con términos teóricos.

Después de Darwin

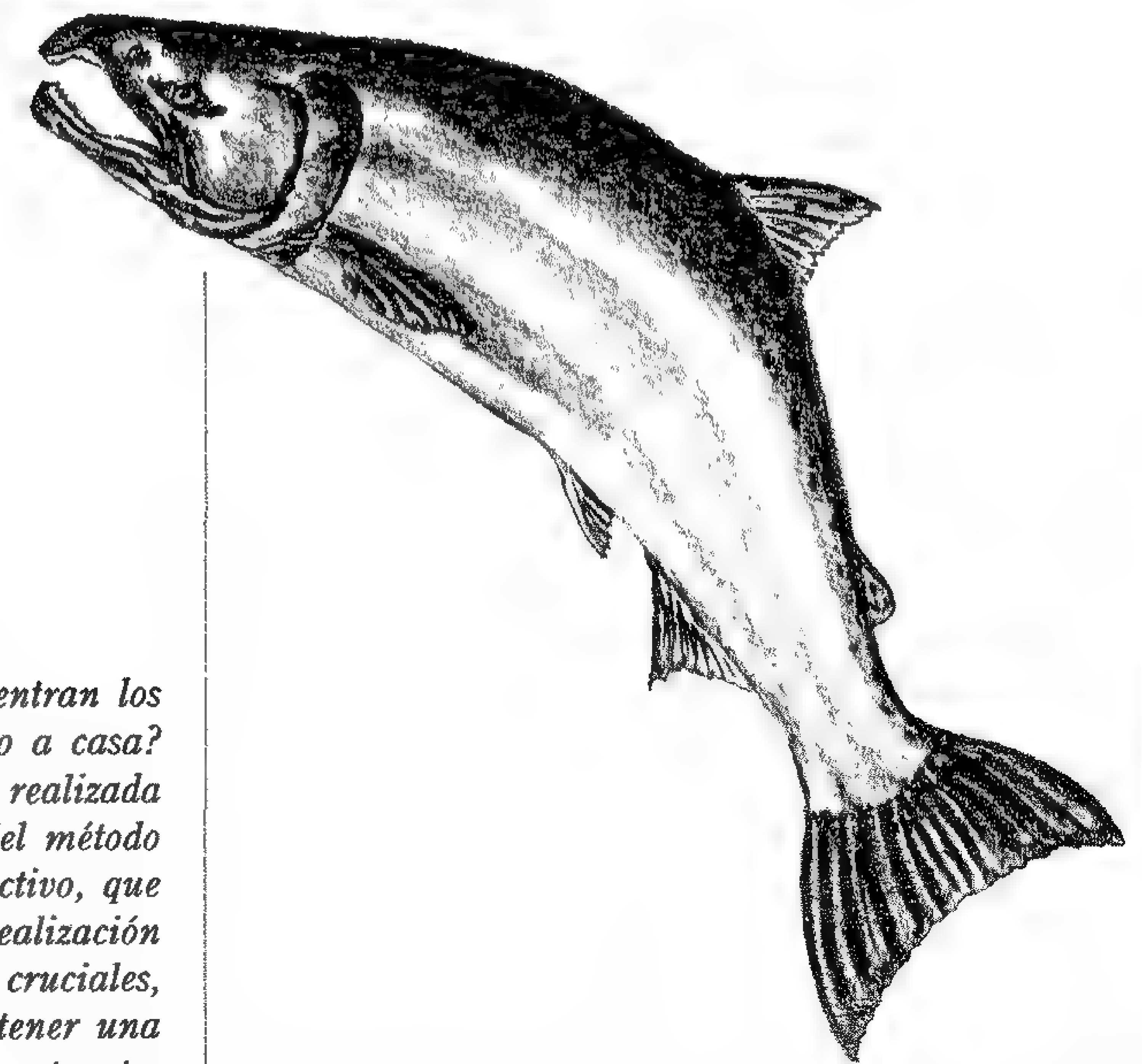
Las discusiones que se produjeron en la época de Darwin a propósito de su teoría fueron terribles. Darwin era un hombre tímido y amable, y trató de evitar las polémicas, pero el famoso biólogo Thomas Huxley, quien se llamó a sí mismo el "bulldog de Darwin", se encargó de defender con gran energía el punto de vista evolucionista y difundirlo. En 1860 sostuvo una célebre controversia con el obispo Wilberforce, quien preguntó a Huxley si descendía del mono por parte de padre o de madre, a lo que el biólogo respondió que prefería descender de un mono antes que de alguien capaz de introducir en una discusión científica una pregunta tan estúpida. De todos modos, pese a las dificultades metodológicas y polémicas vinculadas con la teoría de Darwin, la cantidad de fenómenos biológicos que pudo explicar fue, realmente, muy grande. La mayoría de los biólogos actuales sostiene en sus aspectos esenciales la teoría de la evolución como un instrumento taxonómico y explicativo de primer orden, pese a los intentos (a veces incluso gubernamentales, como ocurrió en los Estados Unidos durante la presidencia de Ronald Reagan) de desacreditarla.

Sin embargo, sería erróneo deducir de los ejemplos y casos antes discutidos que la teoría de Darwin está probada. No sólo porque es imposible la verificación concluyente de una teoría, sino también porque su corroboración no es todavía totalmente satisfactoria. La teoría, pese a su aptitud para explicar una gran cantidad de hechos, no parece, en realidad, estar en condiciones de explicar todos los fenómenos biológicos conocidos en cuanto a evolución y distribución de las especies en la historia de la vida. Las discusiones acerca de cuáles son los alcances y límites de esta teoría, y las modificaciones que habría que introducir en ella para dotarla de mayor poder explicativo, se hallan a la orden del día.

En la actualidad, se cree que las líneas evolutivas que conducen a la especie humana son muy complicadas y que el hombre no deriva directamente de los monos antropoides, sino, en una etapa posterior a la aparición de éstos, de ciertos homínidos y de otros animales con algunas características de monos antropoides a modo de eslabones. En la época de Darwin, caracterizada por grandes prejuicios teológicos, reemplazar la creación divina del hombre por un mecanismo de selección natural parecía una herejía descomunal y ofensiva, y justificaría la idea de Freud de que aquel episodio constituyó una gran "herida narcisística" en la historia de la cultura. Pero en tiempos recientes, algunos católicos como el antropólogo Pierre Teilhard de Chardin han sugerido que la descripción bíblica de la creación divina podría ser interpretada como un proceso material que implicó la selección natural durante unos mil millones de años. Y son muchos los científicos que profesan creencias religiosas y consideran esta interpretación como totalmente adecuada.

12

Las experiencias cruciales

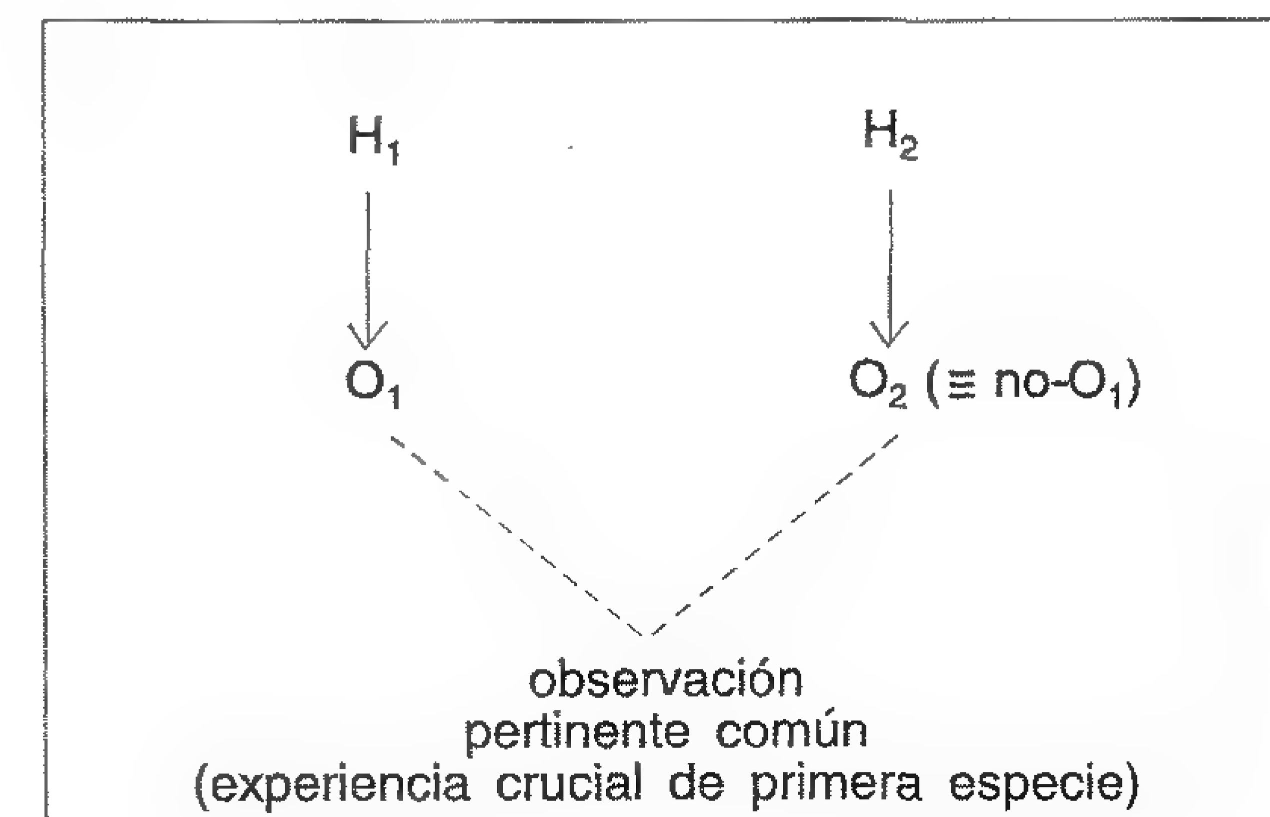


¿Cómo encuentran los salmones el camino a casa? Una investigación realizada con el auxilio del método hipotético deductivo, que incluye la realización de experiencias cruciales, permite obtener una primera respuesta.

Las experiencias cruciales

Hasta el momento, nuestra discusión acerca del método hipotético deductivo se centró en el problema de evaluar los méritos o deméritos de las teorías científicas a través de la operación de contrastación. Ésta nos permite refutar teorías o bien corroborarlas, caso en el cual, como señalamos, nos sentimos autorizados a seguir manteniendo la teoría puesta a prueba. Ahora bien, suele ocurrir que en la tarea científica se quieran comparar hipótesis o teorías para decidir cuál es la más adecuada; la cuestión radicaría, entonces, en detectar la falsedad de una y, si fuera posible, la verdad de la otra. Ya hemos advertido que la prueba de la verdad de una teoría parece estar totalmente bloqueada; hemos dicho que la verificación es inaccesible para el método hipotético deductivo. Por tanto, se trataría de comparar dos teorías y, por medio de algún procedimiento, poder decir que una de ellas queda refutada y la otra en estado de corroboración.

Obviamente, una manera de comparar dos teorías es investigar cada una por separado hasta que alguna de las dos quede refutada y la otra corroborada. Pero las investigaciones independientes, por así decir, no plantean vinculación alguna entre una teoría y la otra que se propone como alternativa. Sin embargo, en algunas ocasiones algo excepcionales, es posible proceder de una manera más fuerte por medio del llamado "método de las experiencias cruciales". Supongamos tener un problema y que dos científicos hayan propuesto para resolverlo dos hipótesis alternativas e incompatibles entre sí, H_1 y H_2. (Véase la figura.) Puede suceder que de la hipótesis H_1 se deduzca una consecuencia observacional O_1 y que de la hipótesis alternativa H_2 se deduzca otra, O_2, pero que, por casualidad, O_2 sea, precisamente, la negación de O_1. Dicho en términos lógicos, O_2 será equivalente a *no*-O_1, lo cual se indica por medio del símbolo "≡" en la figura. Así, si de una hipótesis se desprendiese la consecuencia observacional de que el color de una determinada flor ha de ser azul, de la otra se desprenderá que la flor no será azul, es decir, será de cualquier otro color. Si acontece esta situación, no se necesita "testear" cada consecuencia observacio-

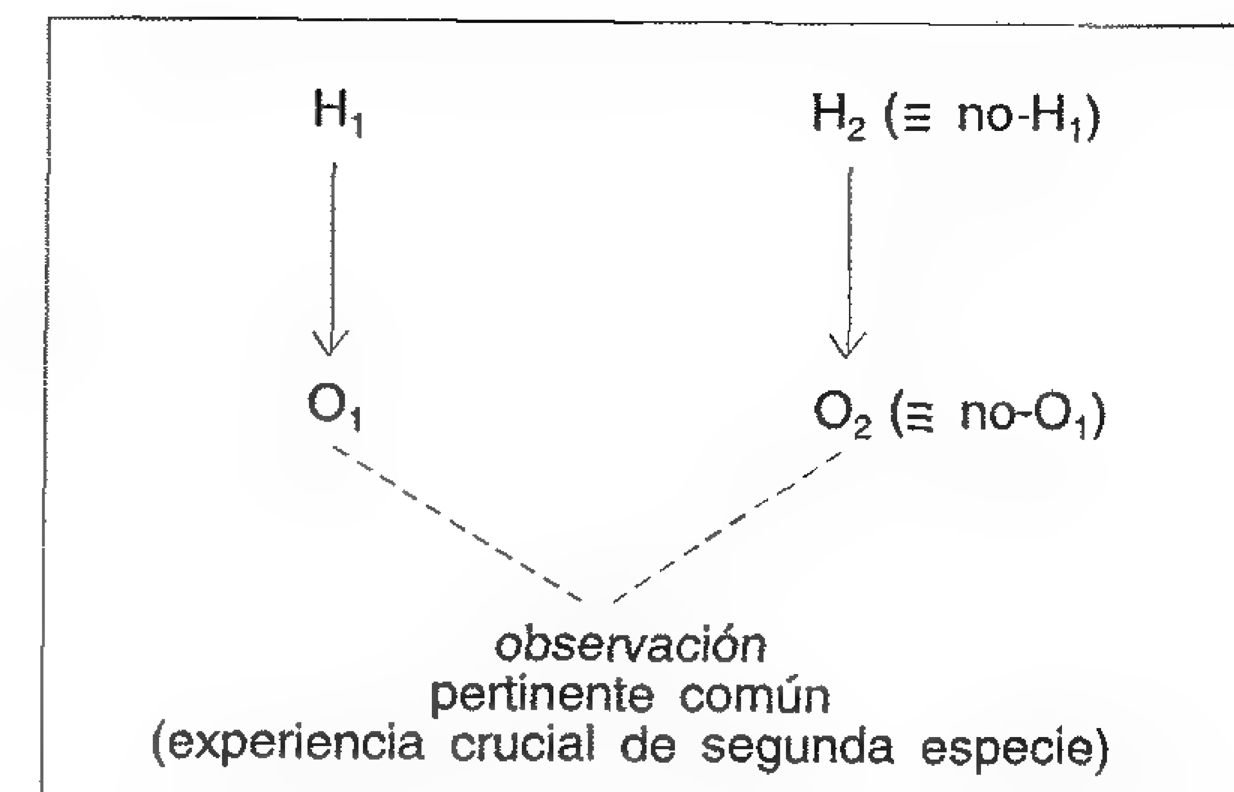


nal efectuando por separado una observación pertinente. Una sola observación bastará porque la consecuencia O_1 afirma lo que la consecuencia O_2 niega, y aquella será suficiente para salir de dudas en cuanto a cuál de las dos consecuencias es verdadera y cuál es falsa.

Esta observación pertinente común se denomina habitualmente *experiencia crucial*, denominación que preferimos a otra desgraciadamente más difundida, experimento crucial, que nos parece equivocada porque la observación pertinente no necesariamente deriva de un experimento. (Podría tratarse, por ejemplo, de una observación astronómica.) ¿Por qué la llamamos crucial? Porque, como la figura metafóricamente lo sugiere, en esta experiencia se "cruzan" las dos hipótesis. (No está de más recordar que, en un examen en que el autor desempeñaba el papel de examinador, un alumno dijo, en lugar de experiencia crucial, via crucis, denotando con esto el terrible estado de ánimo que lo embargaba ante la no agradable experiencia por la que estaba atravesando.)

Una vez realizada la observación pertinente común, sabremos cuál es la consecuencia que ha quedado verificada y cuál ha quedado refutada. Supongamos que así acontezca, respectivamente, con O_1 y O_2. La falsedad de O_2 permite decidir que H_2 está refutada. A su vez, la verdad de O_1 permite decir que H_1 ha quedado corroborada. Podría haber ocurrido a la inversa, o sea que O_1 haya quedado refutada y O_2 verificada, y entonces correspondería decir que H_1 ha quedado refutada y H_2 corroborada. En cualquier caso, una sola experiencia, la experiencia crucial, permite refutar una de las dos hipótesis y corroborar la otra. Debemos recordar que de ninguna manera podemos afirmar que la hipótesis no refutada sea verdadera, ni que hayamos verificado una de las dos hipótesis. La experiencia crucial elimina una de las hipótesis rivales y permite que la otra mantenga su condición de hipótesis, mas no prueba que ésta sea verdadera.

Como ya adelantamos, el diseño que acabamos de describir, denominado ***método de la experiencia crucial de primera especie*** o, por abuso del lenguaje, simplemente ***experiencia crucial de primera especie*** no constituye una situación típica para la metodología de la ciencia. Menos aún lo será una situación peculiar a la cual llamaremos *método de la experiencia crucial de segunda especie* o, simplemente *experiencia crucial de segunda especie*. Se trata de un caso particular del diseño anterior (hipótesis alternativas, consecuencias observacionales que son una la negación de la otra, una única observación pertinente) pero tal que *H_2 es la negación de H_1*, es decir que H_2 equivale a *no–H_1*. (Véase la figura de la página 193.) Esta situación no es tan interesante como parece a primera vista porque si H_1 es un enunciado general o una ley, su negación H_2 no es otro enunciado general sino un enunciado existencial negativo: negar que todos los conejos son blancos es equivalente a afirmar que existe por lo menos un conejo que no es blanco. Las negaciones de presuntas leyes son hipótesis existenciales, que en ciencia no suelen ser demasiado interesantes. Sin embargo, puede suceder, como lo veremos luego en un ejemplo concreto, que se disponga de dos hipótesis generales, dos presuntas leyes distintas (H_1 y H_2) y que, por razones que no interesan en este momento, se sepa que son las dos únicas hipótesis concebibles, que haya únicamente dos causas alternativas a las que se puede recurrir como explicación de un fenómeno. En este caso, aunque H_1 y H_2



son hipótesis generales, H_2 es la negación de H_1, porque sólo hay dos hipótesis posibles: H_1 y H_2. Si una es verdadera, la otra es falsa y viceversa. Si por alguna razón pudiésemos afirmar que todos los conejos son de un mismo color, o bien blancos o bien negros, la negación de "Todos los conejos son blancos" es "Todos los conejos son negros". Si esto ocurriese, repetimos, estaremos en presencia de una experiencia crucial de segunda especie. De ser O_2 la consecuencia refutada, resultará que también H_2 ha quedado refutada, pero, como H_1 es la negación de H_2, H_1 habría quedado no solamente corroborada, sino además verificada. En una palabra, en una experiencia crucial de segunda especie, una de las dos hipótesis queda refutada y la otra verificada. ¿Cómo es esto posible si, como hemos señalado repetidamente, el método hipotético deductivo no permite verificar hipótesis? En realidad, el diseño descrito es tan poco frecuente y excepcional que no constituye una situación metodológica típica del método hipotético deductivo. Por otra parte, como veremos en un capítulo posterior, toda experiencia de contrastación se lleva a cabo siempre en un marco teórico de suposiciones, las llamadas teorías presupuestas; por consiguiente, la verificación que proporciona la experiencia crucial de segunda especie tiene un sentido relativo, pues no se cuestiona la validez del marco teórico adoptado.

Hemos ofrecido en los párrafos anteriores una descripción esquemática de las experiencias cruciales de primera y segunda especie. A continuación presentaremos cuatro ejemplos de investigaciones que responden a estos procedimientos metodológicos y que servirán, a la vez, para ilustrar "en carne y hueso" el modo de operar del método hipotético deductivo en versión simple.

1. ¿Quién descubre al culpable?

El ejemplo que sigue es imaginario. En un pueblo se detecta la aparición de una intoxicación masiva, que si bien no deja huellas permanentes en los pacientes persiste en tanto no se suprima la causa que la produce. ¿Cuál es la causa? En ello radica realmente el núcleo del problema. La descripción que ahora ofreceremos en cuanto

a modos de abordarlo ha sido totalmente simplificada y responde a fines puramente didácticos, y esta aclaración es pertinente porque algún lector médico, conocedor de las complejidades de la teoría del diagnóstico, podría objetar que no se han tenido en cuenta factores que podrían ser pertinentes en una investigación real. Supondremos entonces que dos médicos contratados por la municipalidad de nuestro pueblo intentan ofrecer una explicación de lo que sucede, es decir, proponen hipótesis acerca del origen de la intoxicación. El primer médico ha trabajado en la FAO, una organización de las Naciones Unidas dedicada a la alimentación, y se halla acostumbrado a detectar intoxicaciones en los alimentos, en tanto que el segundo se especializa en cuestiones de urbanismo y sanidad preventiva y conoce mucho acerca de contaminación ambiental. A la hipótesis H_1 que ofrece el primer médico la denominaremos ***hipótesis alimentaria*** y afirma que la causa exclusiva de la intoxicación es un alimento típico de la zona, tal vez algún queso o salame regionales. No es ésta la opinión del segundo médico, quien formula una ***hipótesis ambiental***, H_2, según la cual la causa exclusiva de la intoxicación es alguna sustancia extraña presente en el ambiente y que lo contamina. ¿Quién de los dos tiene razón?

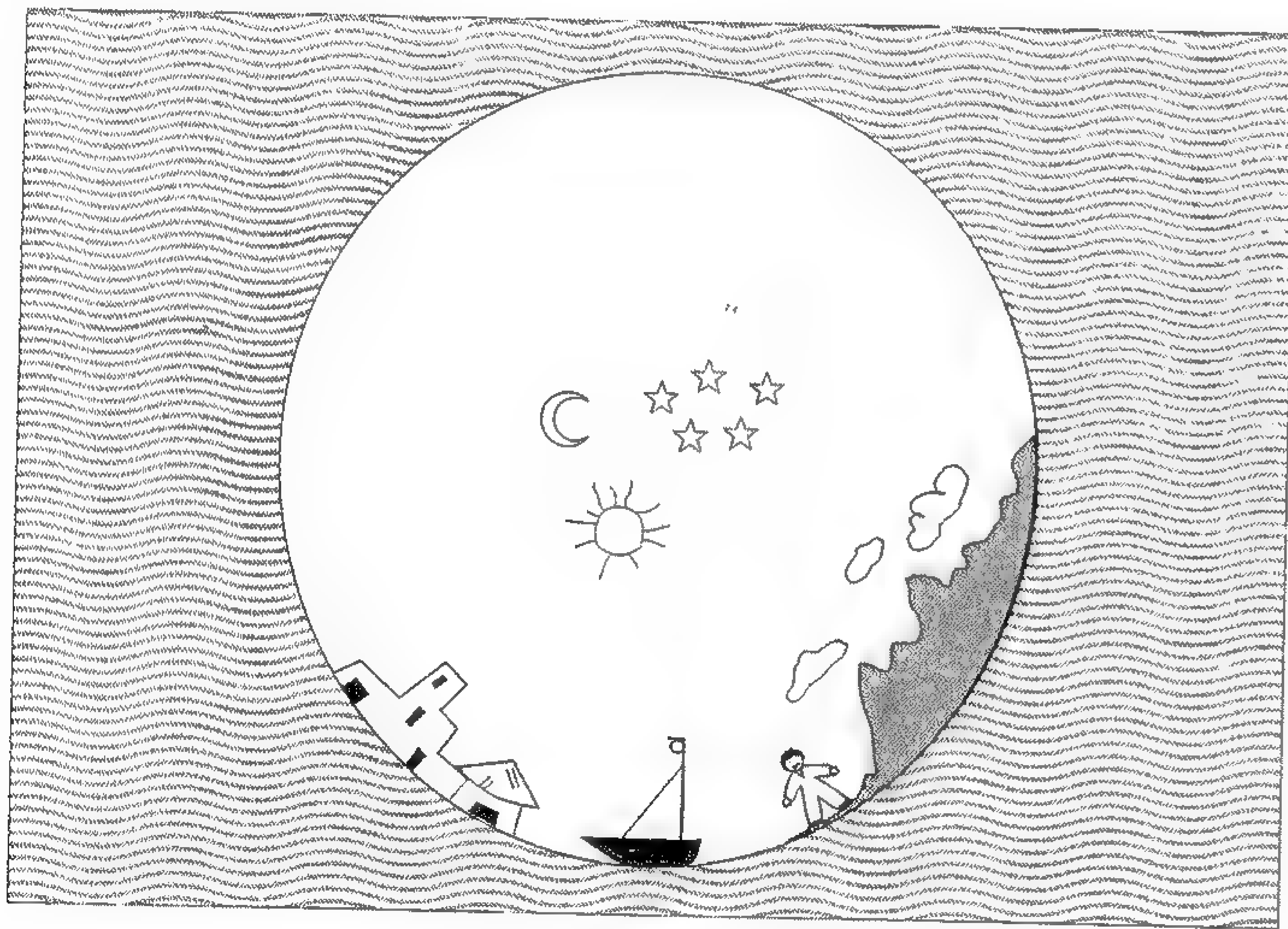
Aquí tenemos dos hipótesis destinadas a explicar un mismo hecho intrigante y lo usual sería investigar cada una por separado para decidir si es posible refutar una de ellas y corroborar la otra. Pero no es necesario proceder de ese modo porque, si se examinan las dos hipótesis, se advierte que estamos en presencia de una situación que responde al esquema de experiencia crucial de primera especie. De la hipótesis alimentaria se deduce que si al poblador Juancito se le hace consumir exclusivamente alimentos que provienen de otra zona (en la cual no se ha observado la intoxicación) no manifestará síntomas de dolencia, pues ya hemos admitido que se trata de una intoxicación con síntomas transitorios, no permanentes. Pero es evidente que de la hipótesis ambiental se deduce que el cambio de alimentación no suprimirá los síntomas de Juancito, porque la contaminación ambiental subsiste y es sufrida por todos. En una palabra, de H_1 se deduce que, ante el cambio de alimentación, Juancito curará (consecuencia observacional O_1) y de H_2 se deduce que Juancito no curará (consecuencia observacional O_2, negación de O_1). Habrá que hacer realmente la experiencia y ver qué ocurre; si resulta que Juancito pierde sus síntomas, se habrá verificado O_1 en tanto que se habrá refutado O_2, negación de O_1. En una palabra, la hipótesis alimentaria H_1 quedaría corroborada y la ambiental H_2 refutada. Si por el contrario resultara que los síntomas de Juancito persisten, O_2 quedará verificada, en tanto que O_1 quedaría refutada. Por consiguiente se habrá refutado H_1 y corroborado H_2. Como se advierte, la experiencia crucial hecha con Juancito sirve, de seguro, para desechar una de las dos hipótesis rivales y conservar la otra. Entiéndase bien que ninguna hipótesis ha sido verificada y sólo hemos conseguido descartar la hipótesis falsa, lo cual es muy importante si recordamos aquello de que el progreso del conocimiento avanza, con frecuencia, por la negativa, o sea descartando errores.

En el ejemplo anterior, muy bien puede resultar que las dos hipótesis sean falsas, pues H_1 y H_2 no son las dos únicas hipótesis imaginables para explicar el por qué de la intoxicación. Un psicoanalista podría introducir una nueva hipótesis alternativa, H_3, atribuyendo los síntomas de esta intoxicación a causas psicosomáticas. El intendente del lugar, por ejemplo, podría ser un individuo insufrible y provocar neurosis general en todos los pobladores, hipótesis nada absurda para un habitante de Buenos Aires, ciudad que ha tenido muchas y traumáticas experiencias al respecto. Podría muy bien ser verdadera H_3 y ser falsas H_1 y H_2. La experiencia crucial de primera especie no tiene capacidad probatoria, sino tan sólo eliminatoria: sirve para detectar de manera segura cuál de las dos hipótesis propuestas es falsa. Pero nada nos dice, con certeza, acerca de cuál es la hipótesis verdadera. En las novelas policiales queda al menos el recurso de que el culpable confiese, pero en este caso, lamentablemente, tal posibilidad es inaccesible.

2. ¿Es la Tierra convexa?

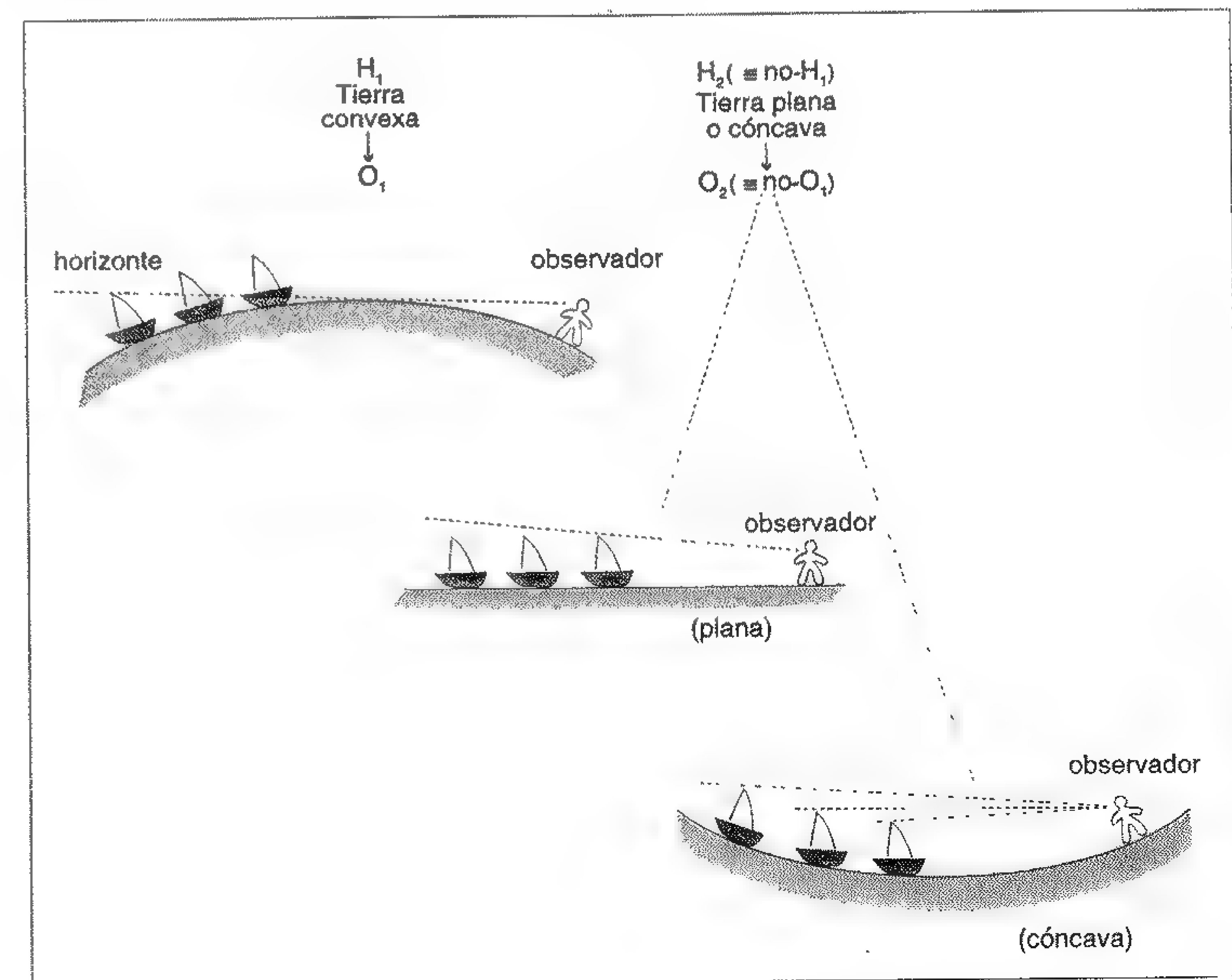
El siguiente ejemplo se refiere a una de las pruebas clásicas de la redondez de la Tierra, que expondremos a la manera de una experiencia crucial de segunda especie. Propondremos, en primer lugar, la hipótesis de que la Tierra es convexa, es decir, que habitamos en la parte convexa o exterior de una superficie aproximadamente esférica. Ésta es, desde luego, nuestra creencia habitual: la convexidad está dirigida "hacia afuera". La negación de tal hipótesis sería la siguiente: la Tierra es plana o cóncava, y en este último caso habitaríamos la parte cóncava de una superficie esférica: la concavidad está dirigida "hacia el centro". En el primer caso viviríamos como hormigas en la superficie exterior de un globo, fuera del mismo, mientras que en el segundo lo haríamos como hormigas en la superficie interna del globo, dentro de éste. Llamaremos a la primera hipótesis H_1 y a la segunda H_2. El lector se sorprenderá de que pongamos semejantes ejemplos en plena postrimería del siglo XX, pero hay que recordar que este tema no estuvo zanjado en los comienzos de la historia. Según algunas tradiciones, en la época de Colón todavía existían dudas acerca de la redondez de la Tierra o de su eventual carácter plano, aunque probablemente cualquier persona ilustrada del ambiente académico del siglo XV atribuiría tal creencia al vulgo. Todavía hoy algunos defienden la noción de una Tierra plana, configurando una pintoresca prueba de lo que sostienen muchos psicoanalistas y epistemólogos: la fuerte adhesión a una idea o a una teoría puede ser inmune al testimonio de los hechos en contrario, que son denegados o reinterpretados. (Véanse, por ejemplo, casos citados en la ***Historia natural del disparate***, de Evans.) La concavidad de la Tierra, por su parte, fue sostenida por un científico, Bender, que tuvo mucha influencia durante la Alemania nazi, caso que se presenta en ***El retorno de los brujos***, el famoso libro de Pauwels y Bergier. La teoría de Bender es que el universo, probablemente infinito, es una inmensa masa de roca con una gigantesca esfera hueca en cuya superficie habitamos; lo que percibimos "arriba", en cada punto en que nos hallemos, es el centro de la esfera y los objetos celestes que revolotean alrededor de él. (Véase la figura de la página 196.) La influencia de Bender fue tal que, en 1942, se organizó una expedición de científicos y oficiales alemanes a la ocupada Dinamarca, alentada por Goering, Himmler y Hitler, destinada a tratar de detectar la costa inglesa por medio del radar en los días de clara atmósfera. En la teoría convexa esto no es posible, pues la curvatura de la Tierra se interpone e In-

glaterra, desde Dinamarca, se hallaría detrás del horizonte. Pero, según la teoría de Bender, debido a la concavidad terrestre, la superficie de la Tierra debería ascender y, con un instrumento poderoso, podría detectarse la costa enemiga y en particular su flota. Desde luego, la experiencia fue un fracaso y Bender, denunciado por otros grupos de científicos nazis, terminó en un campo de concentración. La fama de Bender acabó una vez finalizada la Segunda Guerra Mundial y constituye hoy un ejemplo de un extraño fenómeno psicológico, una especie de paranoia científica, que sería menester explicar porque estos episodios aparecen con una frecuencia mucho mayor que la deseable en la historia de la ciencia. Incluso podríamos afirmar que actualmente estamos en un momento en que ya no es sólo un personaje el que nos amenaza con sus excentricidades, sino también toda una generación cultural que sostiene el inminente advenimiento de una *New Age* que cambiará, según creen algunos, las perspectivas científicas y cognitivas acerca del universo.



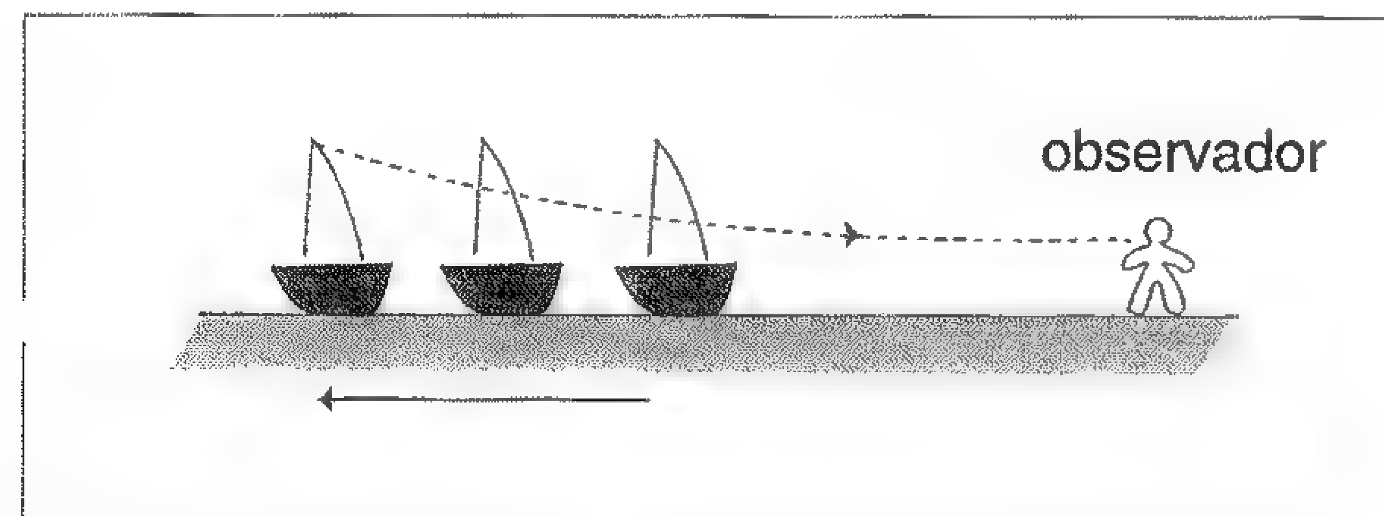
Tenemos entonces dos hipótesis en competencia: H_1, la tradicional, afirma que la Tierra es convexa; H_2, su negación, que es plana o cóncava. Como veremos, esta situación nos enfrentará a una experiencia crucial de segunda especie. De hecho, la hipótesis H_1 está corroborada por consecuencias observacionales que se obtienen de ella por deducción y, entre las numerosas que existen, no es la menos importante la referida a la forma circular de la sombra de la Tierra proyectada sobre la Luna durante un eclipse, presentada en detalle, entre otros, por Aristóteles. Pero en nuestra discusión emplearemos otro género de observación, no astronómica: el modo en que desaparecen en el horizonte las embarcaciones cuando alguien las observa desde un punto fijo de la costa. (Véase la figura de la página 197.) El dibujo, por supuesto,

exagera las dimensiones de la curvatura terrestre, del barco y del observador. Como se comprende, desde los ojos del observador es posible trazar una tangente a la superficie y todo barco que se aleje de él dejará de verse, por partes, de abajo hacia arriba. Desaparecerá por debajo del horizonte en primer lugar la parte inferior del barco y finalmente su parte superior. La misma figura permite entender que si la Tierra fuese plana o cóncava, como lo quería Bender, por mucho que se alejase el barco se lo verá por completo, salvo, tal vez, por culpa de la opacidad de la atmósfera, que hará que, a partir de un momento dado, se lo dejará de ver bruscamente. Por consiguiente, de la hipótesis H_1 de la convexidad se deduce como consecuencia observacional O_1 que el observador verá desaparecer al barco por partes, gradualmente, en tanto que de la hipótesis *H2*, la negación de H_1, se deduce que el barco permanecerá visible por entero o bien desaparecerá súbitamente por efectos de la pantalla atmosférica, y ésta será la consecuencia observacional O_2, la negación de O_1. Estamos ante una experiencia crucial de segunda especie y bastará una sola observación para refutar una de las dos hipótesis. Si no se toma en cuenta otra alternativa y se acepta que la superficie de la Tierra debe ser o bien plana o bien corresponder a la superficie externa o interna de un cuerpo cerrado, H_2 es la única alternativa posible a H_1 y, en ese caso, el resultado de nuestra experiencia, como ya lo describimos, sería la refutación de una de las dos hipótesis y la verificación de la otra. Como es sabido, la observación pertinente es totalmente familiar para quienes habitan en puertos y playas, verifica O_1 y refuta O_2, de donde resulta H_2 refutada y, en principio, H_1 verificada: la Tierra es convexa.



Como ya comentamos, el ejemplo parece mostrar que, en ciertas ocasiones, es posible verificar una hipótesis. Es cierto que en este ejemplo la hipótesis no es un enunciado general y mucho menos universal.

Se refiere a la Tierra, pero, de cualquier manera, no es un enunciado de carácter observacional porque lo que afirma excede lo que podemos observar, que es solamente un trozo muy pequeño de la superficie de la Tierra donde las características de curvatura, si existen, no pueden ser percibidas. Sin embargo, dijimos que la verificación sólo es posible para el método hipotético deductivo con carácter relativo. ¿Relativo a qué? A toda una serie de hipótesis que forman un marco teórico dentro del cual se ha realizado la experiencia. En primer lugar, tenemos que observar que hay una hipótesis presupuesta que gobierna el diseño de la experiencia crucial, y es la idea de que la Tierra es un cuerpo convexo cerrado, y no por ejemplo un cilindro como lo pensaba Anaximandro o una superficie irregular al modo de un gigantesco fractal. Pero hay otra hipótesis presupuesta mucho más grave para la discusión epistemológica de este ejemplo. Hemos supuesto, como el mismo dibujo lo atestigua, la hipótesis de que todo rayo de luz se propaga en línea recta; si no se la acepta previamente se pueden obtener otras explicaciones igualmente válidas de lo que se observa. Si los rayos de luz fueran curvos y la Tierra plana, podría acontecer lo que indica la figura. El observador recibe horizontalmente la luz que proviene de puntos del barco tanto más elevados cuanto más lejos se halla éste, y lo que percibe es que el navío desaparece por partes. Por consiguiente, la verificación de que la Tierra no es plana ni cóncava, sino convexa, es relativa al marco teórico en que se aceptan como válidas ciertas leyes de la óptica. Si éstas no fuesen válidas, no habríamos verificado nada. Para colmo de males, el lector debe tener en cuenta también que la ley física de propagación luminosa en línea recta no es válida cuando la luz atraviesa la atmósfera, porque entonces acontecen efectos de refracción, los rayos de luz se curvan y esto es lo que permite observar el Sol minutos después que éste, desde el punto de vista astronómico y geométrico exacto, ya se encuentra realmente debajo del horizonte.



Como acotación marginal, digamos que ese efecto de refracción atmosférica es un tema filosóficamente interesante a propósito de las relaciones entre apariencia y realidad. Se relaciona con un problema que hemos discutido con anterioridad: la vinculación entre la observación y los objetos teóricos. Aquí el objeto Sol en su verdadera posición es, realmente, un objeto teórico, inferido indirectamente con el recurso a hipótesis astronómicas, ópticas y geométricas. Lo que observamos, un disco brillante en el momento de la puesta, es un elemento de la base empírica y tiene características de apariencia. Cuando decimos que se trata de una apariencia y que el verdadero Sol se halla debajo del horizonte estamos realizando una interpretación teórica originada en nuestro conocimiento de ciertas leyes físicas. Sin el auxilio de la teoría óptica de la que actualmente disponemos, un hombre de la antigüedad no tendría más remedio que decir que está observando el Sol verdadero. Seguramente luego, los legos a quienes se les explicó que cuando afirmaban ver el Sol en la puesta no veían realmente el Sol, sino una apariencia, debieron quedar muy perplejos.

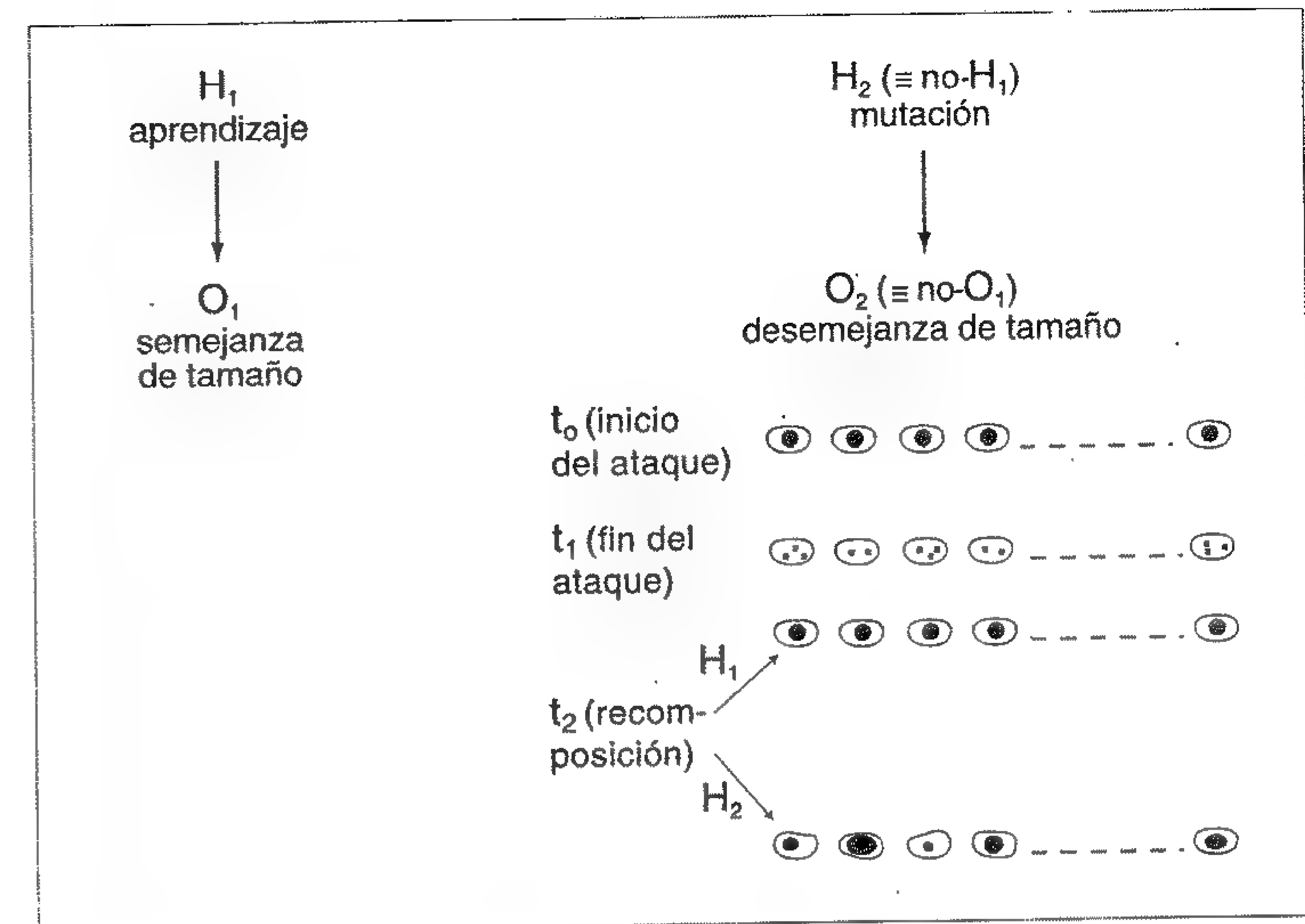
3. Bacterias y bacteriófagos: ¿Lamarck o Darwin?

En un trabajo de 1943, los genetistas Luria y Delbrück intentaron dirimir entre dos hipótesis alternativas relacionadas con el fenómeno de la inmunización, concretamente con el modo en que ciertos organismos adquieren inmunidad ante el ataque de otros. El problema, como veremos, presenta una disyuntiva similar a la que expusimos en el capítulo anterior a propósito de los mecanismos evolutivos sugeridos por Lamarck y Darwin. Ciertos organismos celulares como la bacteria *Escherichia coli* o la *Salmonella*, cultivados en agar-agar y colocados en un recipiente adecuado (una cápsula de Petri), pueden ser atacados por bacteriófagos, virus así llamados por la capacidad que poseen de devorar a las bacterias. De hecho, hoy se conoce bien este proceso y se sabe que los virus aprovechan el ADN de los cromosomas del núcleo de las células bacteriales para su propia reproducción, pero el hecho observado por entonces era que, después de un ataque por bacteriófagos, la colonia de bacterias tiende a desaparecer. Inicialmente, la colonia se observa en la cápsula de Petri como una suerte de hongo, pero desaparece al cabo de cierto lapso después del ataque y sólo se perciben, quizás, algunos minúsculos gránulos constituidos por agrupaciones supervivientes de bacterias. No obstante, horas después del ataque, la colonia empieza a desarrollarse nuevamente y se reconstituye, a pesar de la presencia de los bacteriófagos. En el lenguaje habitual que se aplica en estas experiencias, se dice que las bacterias han adquirido inmunidad respecto del ataque de los bacteriófagos. Una vez adquirida la inmunidad, los bacteriófagos ya no son capaces de devorar a las bacterias y éstas resisten victoriosamente el ataque.

¿Cuál es el mecanismo por el cual las bacterias adquieren la capacidad de resistir a los bacteriófagos? Ésta es la pregunta que se formularon Luria y sus colaboradores. La respuesta puede darse por medio de dos hipótesis diferentes. Sin entrar en detalles técnicos que corresponden a la citología, las expondremos del siguiente modo. La hipótesis H_1 afirma que las bacterias aprenden a defenderse, lo cual quiere significar que hacen uso de cierta artillería química para impedir el paso y la acción de los bacteriófagos. Si esto ocurre es porque forma parte de las bacterias, como propiedad genética, la capacidad de defenderse. Es un mecanismo potencial: cuando son atacadas, casi todas ellas sucumben, pero, como resultado del ataque, empiezan

a desarrollar una química conveniente y ello hace que los individuos supervivientes puedan, finalmente, defenderse y reproducirse. Llamaremos a H_1 la ***hipótesis del aprendizaje***, entendiendo esta palabra metafóricamente: significa que las bacterias ya estaban predispuestas genéticamente a desarrollar sus defensas, que no estaban prestas en el momento del ataque. A su vez, una variante de la hipótesis H_1 es la hipótesis H_2, la negación de H_1, que afirma que las bacterias no tienen, de ninguna manera, una predisposición a desarrollar tales defensas. Lo que ocurre es que algunas de ellas tienen una química que las hace inexpugnables y otras no la tienen. Según esta segunda hipótesis H_2, el fenómeno de la inmunización ocurre porque, cada tanto, en la reproducción de las células que van dando lugar a las nuevas generaciones, aparecen accidentalmente entre las bacterias algunas que, por su calidad genética, tienen una química apta para defenderse: son mutaciones. La célula madre de la que provienen no tenía esa característica, pero ellas sí la tienen. Llamaremos a esta hipótesis H_2 la ***hipótesis de la mutación.*** La aparición de esta mutación, una suerte de "bacteria Sansón" capaz de resistir, hace que sus descendientes hereden sus cualidades genéticas y sean, a su vez, todos Sansones. La multiplicación de los Sansones reconstituirá la colonia, de la cual desaparecerán las bacterias no sansónicas, incapaces de defenderse de los bacteriófagos.

Se advierte que tanto H_1 como H_2 tienen capacidad para explicar el fenómeno de la recomposición de la colonia de bacterias, pero lo hacen de manera muy distinta. Si se observa con cierto detenimiento, se comprende que H_1 es una hipótesis lamarckiana y H_2 es una hipótesis darwiniana. No obstante, la intuición podría sentirse perpleja ante estas dos hipótesis, porque parecería que no hay manera de dirimir entre ellas. Sin embargo, la hay, y el mérito de Luria y su gente es haber diseñado con tales hipótesis una experiencia crucial (si es de primera o de segunda especie es cosa que discutiremos luego). Para comprender de qué se trata, imaginemos que en el instante t_0 veinte colonias de bacterias *E. coli* son atacadas simultáneamente por bacteriófagos. Como se indica en la figura de la página 201, cada colonia ocupa casi todo su vaso de Petri y todas están igualmente desarrolladas. En el instante posterior t_1, luego de un lapso más o menos prudencial, se observa que las colonias prácticamente han desaparecido y sólo quedan vestigios a modo de gránulos donde todavía han sobrevivido bacterias. Al cabo de unas ocho horas, en el instante t_2 (y dado que la velocidad de reproducción es de una generación cada veinte minutos) habrá una cantidad de descendientes del orden de 2^{23} por cada bacteria sobreviviente, un número suficientemente grande como para que, si todos los descendientes de una bacteria han sobrevivido, la colonia se haya reconstituido. Esto es, en general, lo que acontece. Sin embargo, hay una diferencia entre lo que debe observarse según lo predicen la hipótesis del aprendizaje y la hipótesis de la mutación. La hipótesis del aprendizaje H_1 predice que todas las colonias se reconstituirán hasta alcanzar el mismo tamaño en la cápsula, porque la capacidad de aprendizaje para desarrollar las defensas químicas es aproximadamente igual en todas las bacterias debido a su naturaleza, de modo que en cada recipiente ha tenido lugar un proceso análogo y hay pocas diferencias de tamaño en cada una de las colonias. Pero, según H_2, no es esto lo que ocurrirá, porque el inicio de la recomposición de la colonia depende de en qué momento aparece el Sansón bacterial. Si aparece en las primeras generaciones



de descendencia a partir de los sobrevivientes, transcurrirá suficiente tiempo, en el sucederse de las generaciones, como para que se observe en la cápsula un tamaño bastante grande, pero si el Sansón aparece en una de las últimas generaciones serán pocos los descendientes y lo que se observará en la cápsula es una reconstitución pequeña, sumamente delgada en comparación con las otras. En una palabra, de la hipótesis H_1 del aprendizaje se deduce, al diseñar la experiencia, la semejanza de tamaños en las cápsulas de Petri al cabo de las ocho horas, en el instante t_2. La consecuencia observacional O_1, derivada de H_1, será la semejanza de tamaño de las colonias reconstituídas al cabo de las ocho horas, en tanto que la O_2, derivada de la hipótesis H_2, será la desemejanza de tamaños. Se comprueba que un buen diseñador de experimentos puede encontrar los elementos para provocar una experiencia crucial, que aquí es observar qué ocurre con las veinte cápsulas de Petri para apreciar si ha habido o no semejanza de tamaños. Puesto que O_2 es la negación de O_1, estamos ante una experiencia crucial y lo que se observe dirimirá en favor de O_1 o de O_2. Hecha la experiencia, resultó que O_2 es verdadera y O_1 falsa, por lo que se ha refutado H_1 y corroborado H_2, la hipótesis darwiniana de la mutación sansónica.

¿Fue ésta una experiencia crucial de primera o de segunda especie? Actualmente se conoce mucho más acerca de los mecanismos bioquímicos involucrados en la experiencia de Luria, pero en aquel entonces H_1 y H_2 eran las dos únicas hipótesis concebibles. Como ya hemos señalado al comienzo de este capítulo, en ese caso H_2 es la negación de H_1, y si es así estamos ante una experiencia crucial de segunda especie y, por consiguiente, habríamos no solamente corroborado sino verificado la primera hipótesis. Así se interpretó la experiencia en aquel entonces, no sólo porque

parecía una verificación de la hipótesis de la mutación en microbiología, sino también como una corroboración indirecta de la teoría de Darwin. En la actualidad, como ya dijimos, se conoce con mucho más detalle el modo en que atacan los virus, su propagación y el papel de los anticuerpos y los antígenos en todo el proceso, por lo cual es prudente concebir a la experiencia de Luria como una verificación relativa al marco teórico proporcionado por el conocimiento de la biología celular accesible en el momento en que fue realizada.

Corresponde hacer otras salvedades respecto de lo que aquí se discute. Hay una dificultad metodológica nada despreciable si se la examina en todo su alcance, y es que parte del camino lógico que lleva desde H_1 hasta O_1 y desde H_2 hasta O_2 consta de inferencias estadísticas y no de estrictas deducciones. De hecho, lo que se infiere (pero no se deduce) es que, si H_1 es verdadera, la probabilidad de que se observe lo que afirma O_1 es mayor que la de que se observe lo afirmado por O_2. En cierto sentido, el método que se está aplicando aquí no es hipotético deductivo en sentido estricto, porque tiene una componente inductiva o inferencial. En ciencia, esta extensión del método hipotético deductivo aparece mucho más de lo imaginable. Consiste en que, para obtener hipótesis derivadas, no sólo se hacen deducciones a partir de las hipótesis de partida, sino también inferencias estadísticas. De hecho, sin embargo, puede interpretarse la experiencia de Luria, y así se hizo en aquel momento, como una modelización simplificada, tomando las inferencias estadísticas que realmente están involucradas en los razonamientos como si fueran deducciones estrictas.

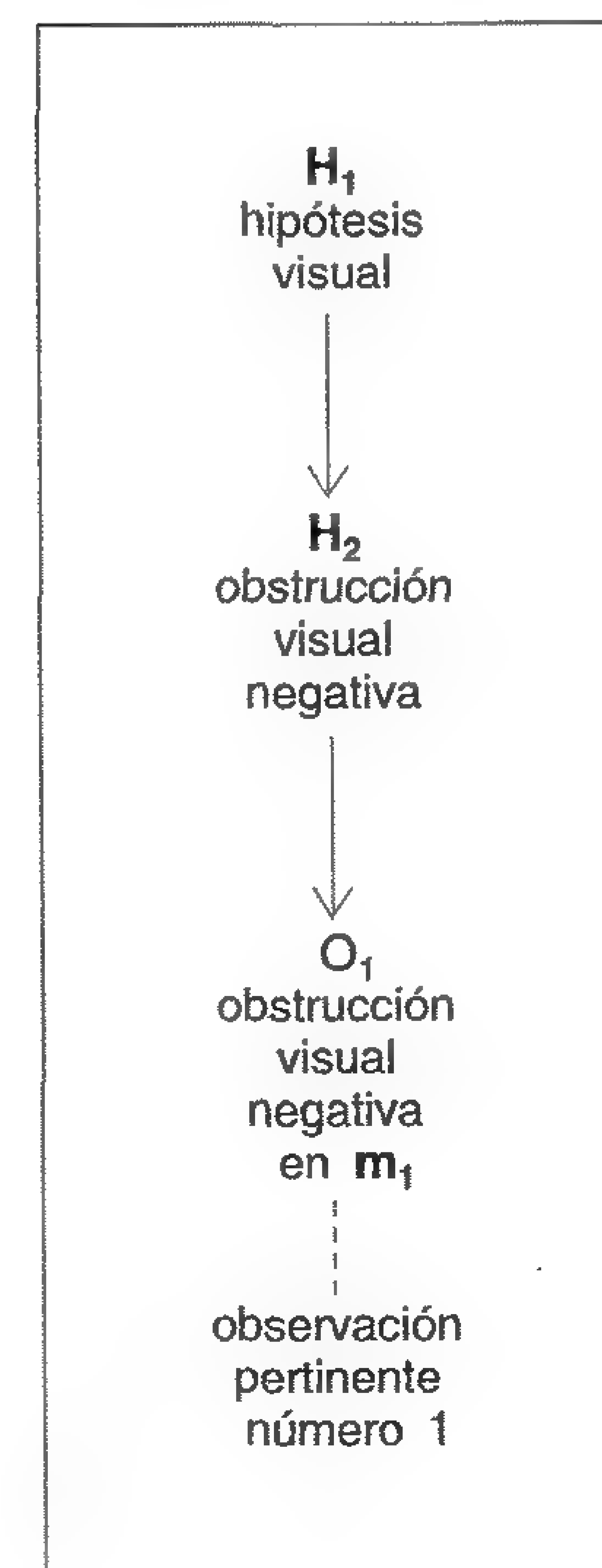
Otra observación que es oportuno hacer aquí también se relaciona con una cuestión estadística. A quienes tienen que estudiar el modo en que se comportan las muestras de bacterias para detectar si hubo o no adaptación a los bacteriófagos, se les presenta una complicación adicional. Si bien es cierto que las bacterias se adaptan al ataque de los bacteriófagos y se hacen inmunes a éstos, los bacteriófagos, a su vez, se adaptan a las bacterias inmunes y desarrollan características que les permiten volver a atacarlas nuevamente. Por consiguiente, acontece la incómoda situación (que bien conocen los matemáticos) en que una variable influye sobre otra, pero ésta acaba por repercutir sobre la primera, lo cual complica enormemente los cálculos.

4. ¿Cómo reconocen los salmones el camino a casa?

Nuestro último ejemplo es algo más complejo que los anteriores y quizás un tanto engorroso, por lo que el lector impaciente puede obviar su lectura y proseguir con el capítulo siguiente de este libro. Ilustra el método hipotético deductivo aplicado a hipótesis consideradas aisladamente, pero a la vez incluye una etapa en la cual será necesario recurrir al procedimiento de las experiencias cruciales. Es costumbre entre muchos epistemólogos emplear la expresión "experiencia crucial" como sinónimo de observación pertinente para contrastar una hipótesis o una teoría tomada aisladamente, y lo crucial consistiría simplemente en que de tal modo se decidiría entre refutación y corroboración. En este sentido, el ejemplo incluye experiencias cruciales así entendidas, pero también una situación en la cual la expresión tiene el significado que le hemos dado en este capítulo.

El problema en estudio, origen de la investigación, es relativo a la vida y conducta de los salmones, y, especialmente, del salmón llamado ***Oncorhyncus kisutch***, que habita en la costa occidental de Norteamérica y tiene un ciclo de vida asombroso e intrigante. Nace en la fuente de ríos que desembocan en el Pacífico y, llegado cierto momento, se traslada río abajo hasta llegar al océano, a bastante distancia de la costa, y allí se transforma en un pez oceánico. Luego llega un momento en que debe reproducirse y allí ocurre lo extraño: se dirige nuevamente a la costa y remonta un río hasta llegar a sus fuentes, donde desova. El viaje es muy dificultoso porque tiene que sortear rápidos y cascadas; y ello debe ser tenido en cuenta por los ingenieros que construyen represas, pues hay que diseñar escaleras acuáticas para que estos peces puedan remontar el río y reproducirse. Ahora bien, los salmones no remontan cualquier río, sino que se dirigen a aquel donde nacieron; en cierto modo, vuelven a su casa natal. ¿Cómo logran reconocerla?

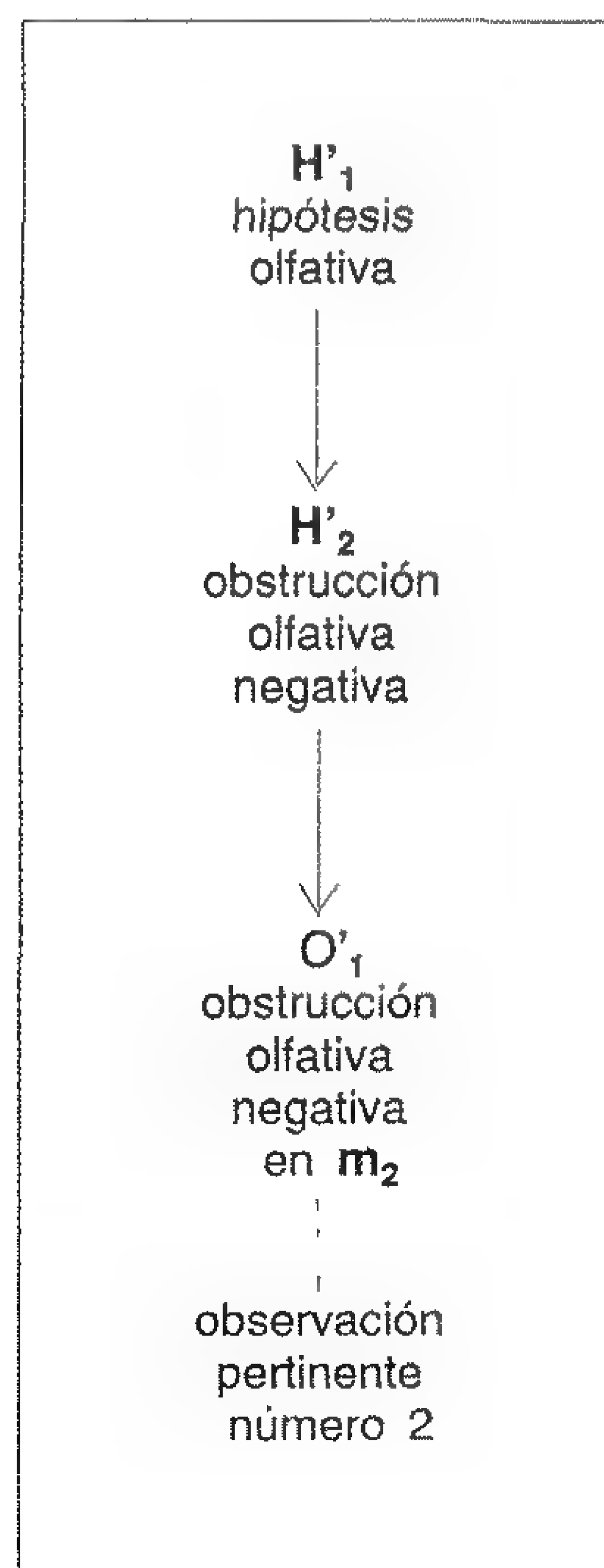
Es necesario señalar que no todos los peces que sobreviven al viaje logran su objetivo: algunos terminan en un río equivocado. Los biólogos hacen el seguimiento colocando señales y anillos en una muestra de peces, y comprueban que la mayoría de ellos regresa al río natal; quienes no lo hacen parecen no tener las disposiciones debidas para conducir su vida reproductiva. Se presentan por tanto ciertas complicaciones estadísticas similares a las que ya mencionamos a propósito de la experiencia de Luria, y que por el momento no tendremos en cuenta. Nos preguntaremos solamente qué hipótesis pudieron ser formuladas para explicar este curioso comportamiento de los salmones.



La primera hipótesis H_1 es la llamada ***hipótesis visual***: los salmones reconocen su río debido exclusivamente a su memoria y al estímulo visual que reciben cuando encuentran la boca del río correspondiente. Una obvia hipótesis derivada de ella, H_2, la hipótesis de la obstrucción visual negativa, nos dice que, si se suprime el sentido de la vista en estos peces, ellos no reconocerán su río natal. Aclaramos que la afirmación anterior tiene un carácter estadístico, ya que si los peces no reconocen su río e ingresan aleatoriamente a los ríos disponibles habrá un porcentaje que ingresará en el río correcto: si hay siete ríos, un séptimo de la muestra ingresará a su río por azar. De la hipótesis derivada H_2 se deduce O_1, observación que describe lo que ocurre cuando hay obstrucción visual en cierta muestra de peces m_1 que toman los biólogos para ha-

cer una experiencia al respecto. Después de un seguimiento biológico de los peces, en el momento en que se dirigen a la costa se les obstruye la visión con banditas de plástico sobre los ojos y se observa lo que ocurre. Si la hipótesis H_1 es la adecuada, los peces de esta muestra no reconocerán el camino (salvo por azar y en el número previsto por consideraciones de probabilidad). Ésta es la consecuencia observacional O_1 que se deberá cotejar con la observación pertinente número 1, es decir, ver lo que realmente acontece. Y el resultado fue el siguiente: los peces reconocieron el río que les correspondía, de manera que la consecuencia observacional quedó refutada y por tanto lo mismo sucedió con la hipótesis visual H_1. Hubo que imaginar otra hipótesis.

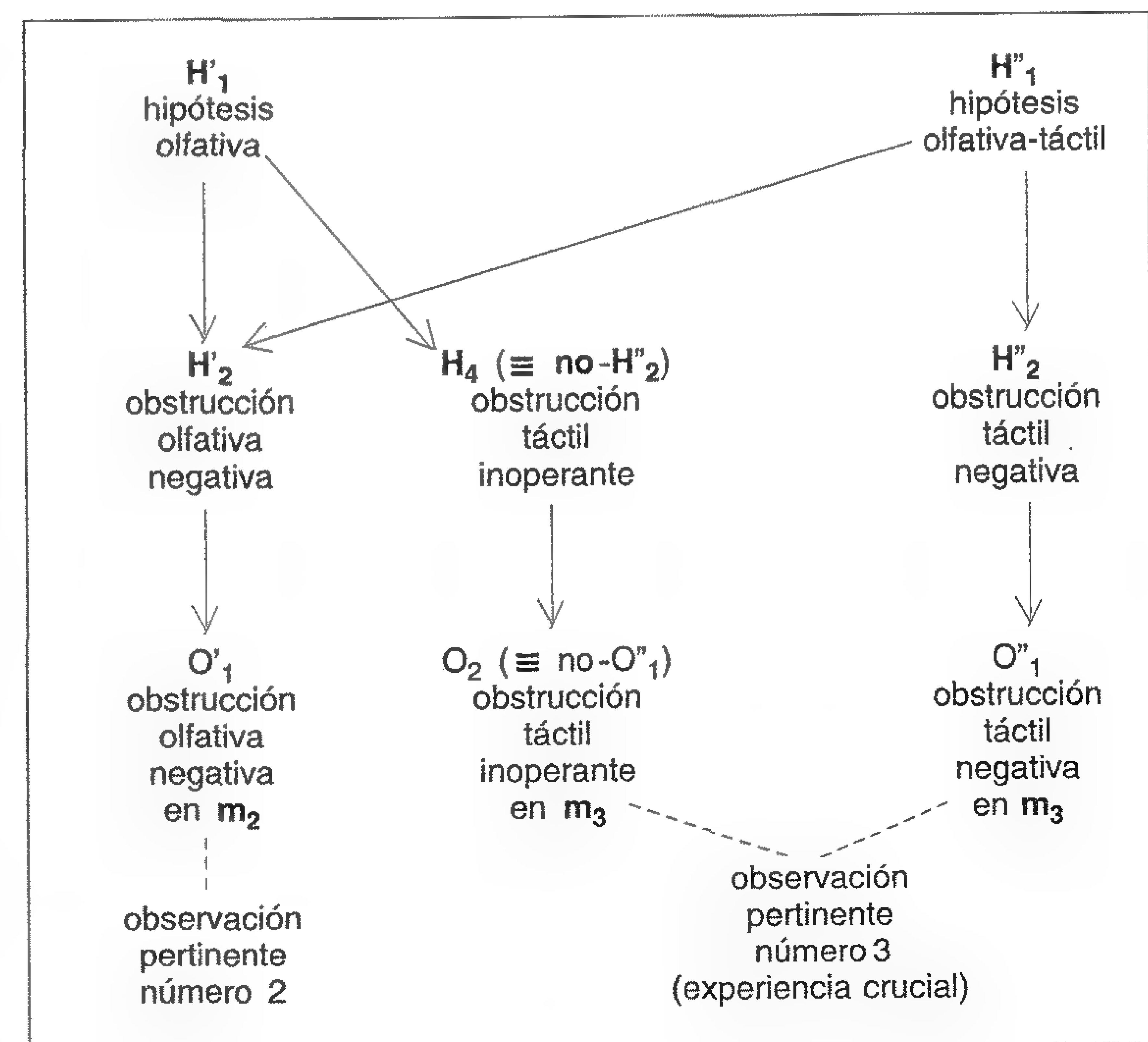
La segunda hipótesis propuesta, H'_1, fue la ***hipótesis olfativa***: sostiene que los peces reconocen su río exclusivamente por medio de sus ganglios olfativos. Claro que hablar de "olfato" de los peces no debe ser entendido como en el caso de los mamíferos, que reconocen partículas de sustancias suspendidas en el aire. Lo que reconocen son sustancias químicas disueltas en el agua; y no todos los ríos, en este sentido, "huelen" igual, ya que en su recorrido las aguas disuelven sustancias presentes en las rocas y que forman parte de formaciones geológicas variables de zona en zona. Para los peces, cada río tiene su "olor" particular y sería así, según la hipótesis H'_1, como los reconocen. De H'_1 se deduce H'_2, hipótesis derivada que llamaremos de la obstrucción olfativa negativa: si se les impide el ejercicio funcional a sus ganglios olfativos, los peces no reconocerán el río. Y de aquí a su vez se deduce O'_1, la afirmación de que los peces de una muestra m_2 cuyo olfato ha sido obstruido, no reconocerán el río natal. Corresponde entonces realizar la observación pertinente número 2, y esta vez la experiencia se realizó con crueldad, extirpándoles a los peces sus ganglios olfativos. (La repulsa que al autor le producen estas prácticas le impedirían dedicarse a la biología experimental, y sin duda preferiría ser psicoanalista, que según se sabe es un médico judío con horror a la sangre.) Lo que se comprueba ahora es que los peces no encuentran su río: O'_1 queda verificada y H'_1, la hipótesis olfativa, corroborada.



La corroboración de la hipótesis olfativa, como tantas veces hemos señalado, no constituye una prueba concluyente de la misma. Por ello, algunos de los experimentadores propusieron una tercera hipótesis alternativa que pusieron en competencia con H'_1. La llamaremos H''_1, la ***hipótesis olfativa-táctil***. ¿Cómo nació ésta? Los investigadores pensaron que los ganglios olfativos de los salmones tienen una capacidad muy exigua para cumplir su función orientadora y que ésta debía estar complementada con la de un órgano táctil

ligado al llamado "cordón de plata" que se halla en los costados del pez. Éste tiene capacidad de reconocer estímulos táctiles, diferencias de temperatura y también sustancias químicas. Debe entenderse bien el significado de la nueva hipótesis H''_1: dice que el olfato o el tacto ***por separado*** no son suficientes para explicar por qué el salmón reconoce su camino, pero que ambos, actuando a la vez, sí lo explican. Es interesante considerarla. (Véase la figura.)

Propuesta la hipótesis H''_1, se obtiene H'_2 como hipótesis derivada (también lo era de H'_1), porque si se necesitan los dos órganos para el reconocimiento, la obstrucción de uno de ellos impide al pez reconocer el camino. Dado que O'_1 ya ha quedado verificada en la investigación anterior, ella sirve también para corroborar H''_1, lo cual muestra que a veces una misma observación pertinente puede corroborar hipótesis distintas. Pero ahora resulta que de la hipótesis olfativa-táctil H''_1 se deduce una hipótesis derivada que llamaremos H''_2, de la obstrucción táctil negativa: si se obstruye la función táctil en los peces, éstos no reconocerán el camino, pues, insistimos, necesitan ambos órganos a la vez para ello. De aquí resultaría O''_1, una consecuencia observacional: si se obstruye el tacto en una muestra m_3 de peces, éstos no hallarán el camino. La experiencia consistiría ahora en obstruir el tacto de los



salmones y realizar la observación pertinente número 3, que nos informará si los peces remontan o no el río natal. Pero es interesante advertir que de H'_1, la hipótesis olfativa, se deduce la hipótesis H_4: la obstrucción táctil es inoperante, porque obstruir el tacto cuando lo único que importa es el olfato no impedirá que los peces puedan reconocer el camino. Y de ahí se deduce O_2, consecuencia observacional según la cual obstruir el tacto en la muestra m_3 no será obstáculo para que los peces lleguen a su objetivo. Se advierte que O_2 es la negación de O''_1, porque O''_1 afirma que obstruyendo el tacto los peces no encontrarán el camino y O_2 afirma lo contrario. A su vez, H''_2 es la negación de H_4, y viceversa. Como O_2 es la negación de O''_1, estamos en la situación de una experiencia crucial de primera especie para H'_1 y H''_1. De manera que, según lo que resulte de la observación pertinente número 3, una de las dos consecuencias observacionales quedará refutada y lo mismo pasará con la hipótesis de partida de la cual proviene. Pero si se consideran H_4 y H''_2 como hipótesis aisladas, entonces, dado que una es la negación de la otra, estaríamos en la situación de una experiencia crucial de segunda especie, porque cada hipótesis es la negación de la otra. Efectuada la observación pertinente número 3 resultará que una de ellas quedará refutada y la otra verificada.

El autor debe reconocer que a la novela policial que ha narrado se le ha perdido el último capítulo, pues carece de documentación acerca del final de la historia. Al parecer sucedió que O_2 resultó falsa y O''_1 verdadera, con lo cual se habría verificado (relativamente) la hipótesis H''_2 de la obstrucción táctil negativa y refutado H_4, de la obstrucción táctil inoperante. Por tanto, si prestamos atención a las hipótesis de las que parten H_4 y H''_2, habría quedado refutada H'_1, la olfativa, y corroborada H''_1, la olfativa-táctil. Como ya hemos dicho reiteradamente, la hipótesis olfativa-táctil no quedó por ello verificada y subsiste la posibilidad de que, ante otra hipótesis posterior y otra experiencia a ser realizada, se la pudiera refutar. Pero no agregaremos más hipótesis, ya que por este camino quizás acabaríamos con la paciencia del lector.

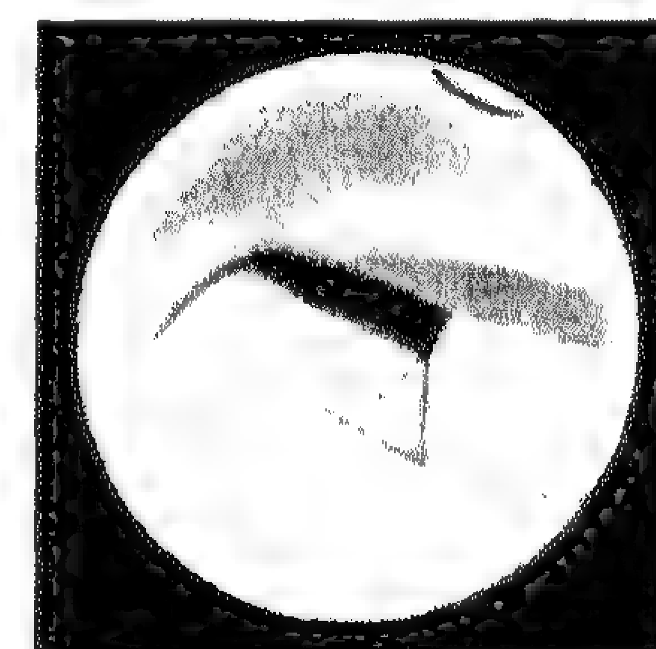
No es inoportuno, a propósito de este experimento que muestra claramente cómo opera el método hipotético deductivo en versión simple, hacer notar que a veces la solución de un problema mediante una hipótesis que queda corroborada puede dar origen a otro problema que, de otra manera, no se hubiera presentado. Aquí, la corroboración de la última de las hipótesis, la olfativa-táctil, parecería darnos una explicación, hipotética y provisoria, pero explicación al fin, del extraño comportamiento de los salmones al reconocer su río natal. Pero esta hipótesis plantea, inmediatamente, otra posible cuestión: ¿cuál es, realmente, la sensibilidad que tienen los peces a las impurezas y sustancias químicas disueltas en el agua como para poder reconocer el camino? Es evidente que, si la dilución es muy débil, no lo reconocerán, y tiene que haber un grado mínimo. ¿Cuál? Ante este nuevo problema, se presenta una situación en la cual podríamos plantear hipótesis según las cuales la concentración mínima de la solución para que haya reconocimiento es de una parte de tal o cual sustancia en diez mil partes de agua, o de una en cincuenta mil, por ejemplo, y luego realizar experimentos para salir de dudas. De hecho, tal cosa se hizo. Se logró crear reflejos condicionados en los peces asociando el "olor" o la impresión táctil de la sustancia disuelta a la presencia de comida. El experimento que acabó por resolver el problema fue el de poner en el lugar de alimentación una cantidad

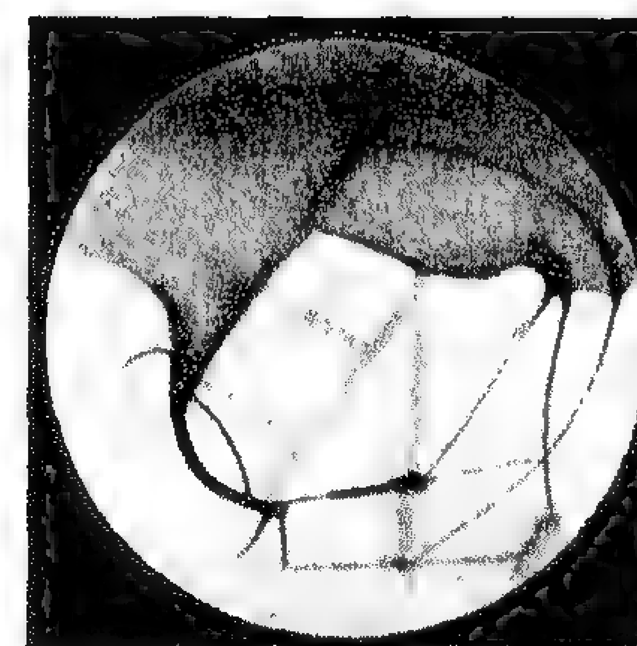
cada vez menor de soluto y observar si los peces eran o no atraídos. El resultado fue bastante sorprendente, porque se comprobó que los peces reconocían el camino aunque las diluciones fuesen menores de una parte en cincuenta mil, una capacidad "olfativa" que, entre los seres humanos, sólo poseen algunos *gourmets* y probadores de vino o perfumes.

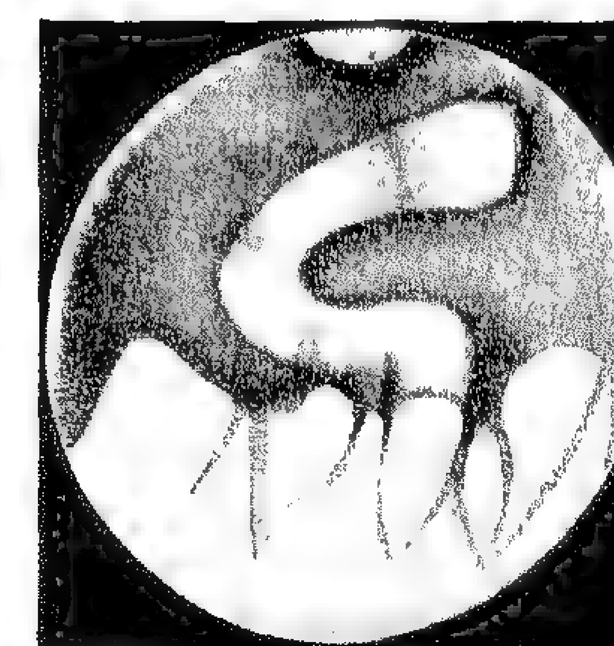
13

El método hipotético deductivo en versión compleja.

Primera parte: redes de hipótesis y observaciones sospechosas







Esferas donde se representan los canales de Marte, tal como los observara el astrónomo Giovanni Schiaparelli. En realidad, son inexistentes, pero Schiaparelli no cometió un fraude científico sino que fue víctima de una observación perturbada. (Foto: cortesía Asociación Argentina Amigos de la Astronomía.)



Las complejidades de la contrastación

El método hipotético deductivo, tal como lo hemos presentado hasta el momento, ofrece un modo simple de ordenación, fundamentación y propagación del conocimiento que, en principio, sería aplicable a todo tipo de problema, investigación y disciplina, salvo en el caso de las ciencias formales como la matemática. Si bien hemos reconocido que es algo abusivo hablar de *el* método científico en singular (porque existe una variedad muy grande de tácticas para resolver problemas y obtener conocimiento), el método hipotético deductivo parecería ser, quizás en conjunción con los métodos estadísticos, una estrategia general para obtener conocimiento y, en este sentido, constituir la clave de toda nuestra labor científica. De hecho, ésta es la médula del pensamiento de Popper en su texto *La lógica de la investigación científica.*

Sin embargo, la versión simple de este método que hemos presentado en capítulos anteriores ha merecido objeciones, basadas en el argumento de que no refleja la complejidad de la estrategia científica real. Efectivamente, si se examina en detalle el marco teórico que se pone en juego cuando se lleva a cabo una tarea de contrastación o aplicación de una teoría, veremos que nuestro esquema del método es insuficiente, porque los enunciados utilizados en el curso de dicha operación incluyen muchos otros además de los específicos de la teoría que se está considerando. Comenzaremos por enumerar las distintas especies de hipótesis que es necesario tener en cuenta cuando se contrasta una teoría, lo cual nos llevará a diseñar una versión compleja del método, mucho más acorde con las situaciones concretas de la investigación científica. En capítulos posteriores analizaremos otro género de críticas a este método, de naturaleza más radical.

Hipótesis y teorías presupuestas

A propósito de la base empírica de la ciencia y las experiencias cruciales hemos señalado que, cuando se contrasta o emplea una teoría, que llamaremos de ahora en adelante *específica*, se presupone la existencia de un marco teórico que la "rodea" y que está constituido por hipótesis y teorías *presupuestas*. Basta advertir que en muchas hipótesis de una teoría aparecen palabras cuyo significado se conoce de antemano porque provienen de otras teorías: son los términos presupuestos de los que hablamos en el Capítulo 3 a propósito del vocabulario de la ciencia. Una teoría química clásica, por ejemplo, mencionará átomos y valencias, pero además no podrá dejar de utilizar en algunas de sus hipótesis, incluso las de partida, palabras tales como "masa" y "fuerza" que corresponden, en realidad, al dominio de la mecánica newtoniana. A su vez, la teoría de Newton emplea nociones geométricas en sus hipótesis fundamentales. No pueden entenderse nociones tales como velocidad y aceleración si no se tiene en cuenta que las estamos refiriendo a un espacio absoluto cuya estructura es euclideana, tal como la conciben los geómetras. De modo que, en la mayoría de los casos, toda teoría emplea palabras o conceptos presupuestos que provienen de teorías y disciplinas anteriores, y cuyo sentido se acepta como conocido e

introducido por ellas. Algunos metodólogos llaman "teorías subyacentes" a las hipótesis que se admiten en el desarrollo deductivo de la teoría específica en estudio, pero nuestra nomenclatura será algo diferente. Llamaremos "teorías presupuestas" a todas aquellas que, por razones de vocabulario o por necesidades de la deducción a partir de las hipótesis fundamentales de la teoría específica en estudio, intervienen en la contrastación o desarrollo de esta última. Éste es el primer ingrediente que hay que tener en cuenta cuando se considera el problema de la contrastación de una teoría.

Hipótesis colaterales: subsidiarias y auxiliares

Si nuestro propósito fuese contrastar la teoría de Newton, habríamos de considerarla una teoría específica y reconocer que la geometría euclideana desempeña el papel de una teoría presupuesta. Pero la operación de contrastación requeriría además la aceptación de otro tipo de hipótesis o teorías. Por ejemplo, cuando se contrasta o se aplica clínica o tecnológicamente una teoría se emplearán ciertos materiales de trabajo, y esto obliga al científico a dar por sentados muchos conocimientos acerca del mismo. Mendel introdujo su teoría genética para explicar el comportamiento de alverjillas y se comprende que no hubiese podido realizar sus experiencias, que involucraron el cultivo, la hibridación y el entrecruzamiento de estas plantas, sin conocer de antemano muchos detalles sobre sus características y comportamientos: coloración de las flores, coloración de las semillas, lisura o rugosidad de las vainas, altura del tallo, período de reproducción, modo de polinización, etcétera. Es obvio que Mendel, sin estos conocimientos, no hubiese podido diseñar sus experiencias y llevar adelante su investigación. Pero ellos, salvo en el caso de algunos datos singulares que enseguida mencionaremos, se expresan mediante leyes o enunciados generales, es decir, hipótesis que provienen de teorías biológicas o botánicas acerca de dicho material de trabajo, las alverjillas. Estas hipótesis conciernen al material empleado durante la investigación y, a diferencia de las hipótesis presupuestas, diferirán según el empleo particular que hagamos de la teoría específica. La genética de Mendel está acompañada de hipótesis y teorías presupuestas, inalterables para toda investigación de esta naturaleza, pero con ella se pueden tratar cuestiones de herencia no sólo en alverjillas, sino también en eucaliptos, conejos o elefantes. En cada caso, el conocimiento del material requerido hará uso de hipótesis referidas a las propiedades de los eucaliptos, los conejos o los elefantes, que serán, obviamente, muy diferentes de las de las alverjillas.

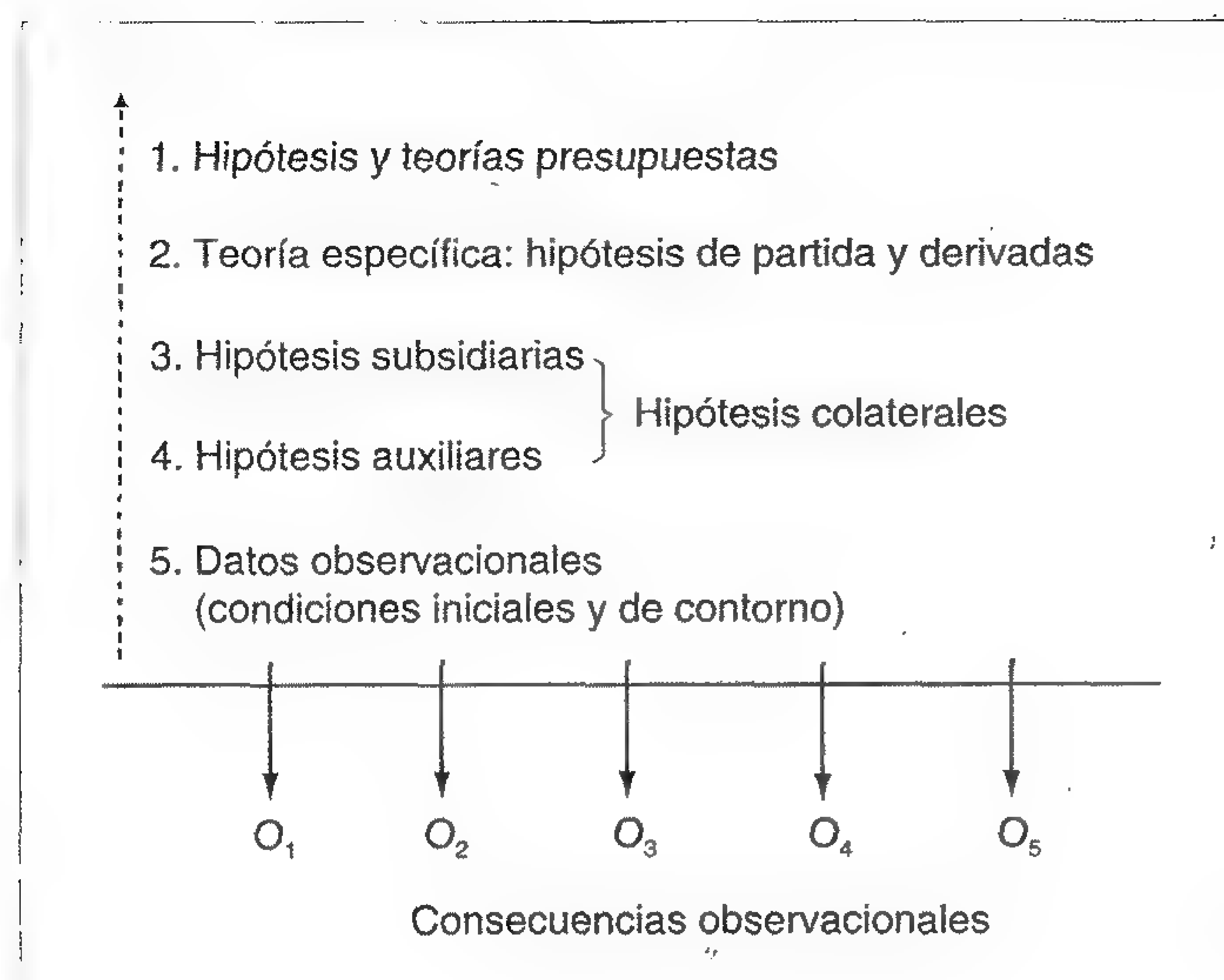
Pero las hipótesis sobre el material de trabajo no sólo provienen de un conocimiento anterior. A veces es necesario hacer suposiciones un tanto improvisadas, *ad hoc*, en el momento mismo en que se diseña y realiza una experiencia. Por ejemplo, un químico puede ser empleado por una fábrica de específicos farmacéuticos para que efectúe el control de calidad utilizando ciertas drogas y, en principio, no saber si se trata o no de drogas en completo estado de pureza. Es natural, sin embargo, que suponga que se debieron haber tomado ciertas precauciones por parte de quienes las manipularon anteriormente. Por tanto, admite (hipotéticamente) que trabajará

con drogas puras. Si luego se presentaran inconvenientes, podría quedar en evidencia que esta hipótesis no es correcta, pero es evidente que el químico no cuestiona desde un comienzo la hipótesis de que ha recibido drogas puras para utilizar en su tarea. Esto nos obliga a introducir la siguiente nomenclatura: las hipótesis vinculadas a las propiedades del material de trabajo elegido serán llamadas genéricamente *colaterales*, pero a su vez éstas podrán ser *subsidiarias* o bien *auxiliares*. Las primeras son aquellas suficientemente corroboradas y aceptadas que expresan nuestro conocimiento anterior del material de trabajo. Las segundas, las que se aceptan provisional y transitoriamente porque sin ellas no puede avanzar la investigación.

Es necesario advertir al lector que no hay entre los epistemólogos una nomenclatura suficientemente uniforme respecto de lo que aquí se han llamado hipótesis colaterales. A éstas, en textos muy difundidos como *Filosofía de la ciencia natural*, de Carl Hempel, se las llama sin más hipótesis auxiliares, y no se establece diferencia entre distintos tipos de hipótesis acerca del material de trabajo empleado. Por otra parte, es interesante señalar la similitud entre las hipótesis auxiliares y aquellos enunciados que Aristóteles llamaba *postulados*, que deben ser aceptados porque, de otro modo, ninguna disciplina podría ser desarrollada. A diferencia de las hipótesis subsidiarias, que expresan nuestro *conocimiento* del material de trabajo, las hipótesis auxiliares manifiestan, hablando metafóricamente, nuestra *ignorancia* acerca del mismo. Se trata de hipótesis que empleamos sin haber procedido a su contrastación y, como luego tendremos ocasión de discutir, desempeñan un papel muy importante en el diseño de una investigación: el no tomarlas en cuenta constituye una fuente posible de errores en la aplicación del método hipotético deductivo.

Los datos observacionales

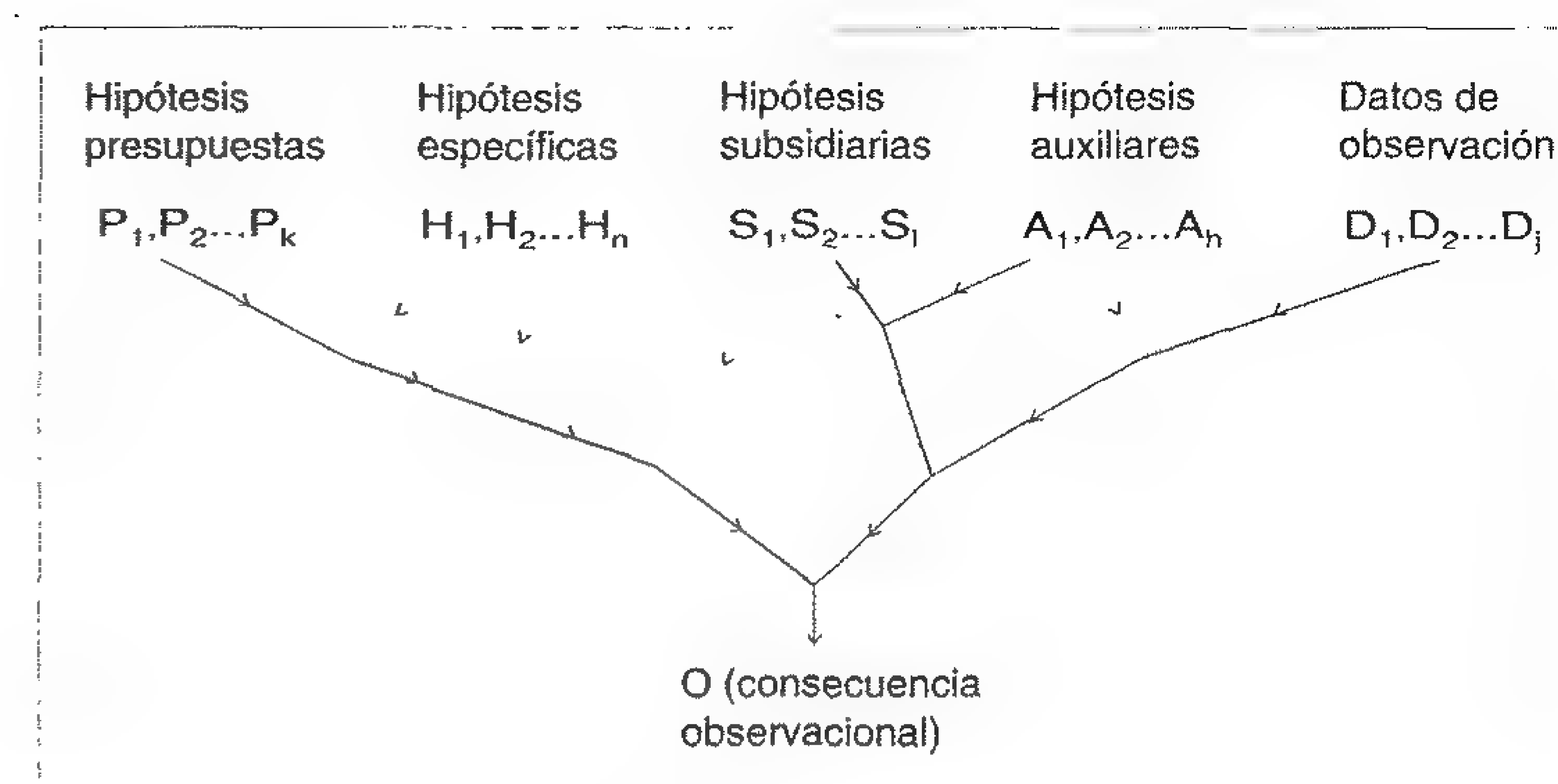
A partir de aquí podemos hablar de un estrato de teorías e hipótesis a ser consideradas cuando se contrasta o emplea una teoría determinada: 1. Teorías o hipótesis presupuestas; 2. Teoría específica que se contrasta o emplea; 3. Hipótesis colaterales subsidiarias; 4. Hipótesis colaterales auxiliares. Pero estos cuatro estratos no agotan nuestra enumeración de "lo que está presente" cuando se contrasta o utiliza una teoría específica, porque a ellos deben agregarse también los datos, las condiciones iniciales, las condiciones de contorno y otros enunciados singulares de primer nivel que informan acerca de la base empírica y por tanto del contexto particular en el que se organiza la investigación. A un astrónomo que quiere predecir un eclipse no le basta con disponer de teorías físicas: necesita conocer además datos tales como las distancias mutuas entre el Sol, la Tierra y la Luna, las posiciones de los astros, sus masas y diámetros, etcétera. Sin tales datos, de las hipótesis fundamentales de una teoría no se podrían deducir consecuencias observacionales. Por tanto, debemos agregar a nuestra estratificación, en un rubro 5, la presencia de los datos observacionales que intervienen en la contrastación o empleo de la teoría específica. Recordemos que se trata de afirmaciones de primer nivel, ya verificadas, y que expresan conocimiento acerca de la base empírica adoptada en el curso de la investigación. (Véase la figura de la página 214.)



¿Qué hipótesis corrobora o refuta una consecuencia observacional?

Los esquemas que utilizamos hasta el momento para representar la estructura de una teoría científica se han vuelto ahora inadecuados y deben ser sustituidos por otros, un tanto más complicados. En la figura anterior hemos dispuesto verticalmente los cinco tipos de premisas que ineludiblemente se presentan al aplicar una teoría en el proceso de deducir consecuencias observacionales tales como O_1, O_2, O_3, O_4 y O_5, y que provienen de las hipótesis o teorías presupuestas, específicas, subsidiarias y auxiliares, amén de los datos. La figura siguiente es similar, pero en ella indicamos todos los conjuntos de hipótesis que podrían ser empleadas para la deducción de una determinada consecuencia observacional O, separados de acuerdo con la estratificación que ya hemos presentado. En el caso de esta figura, se supone que hay k hipótesis presupuestas, n hipótesis específicas, l hipótesis subsidiarias, h hipótesis auxiliares y j datos observacionales. De esta manera, queda simbolizada la complejidad inherente a la aplicación de una teoría, porque las deducciones que permiten obtener una consecuencia observacional O parten de un gran número de premisas.

Si se tratase de contrastar la teoría, se procederá a comprobar la verdad o falsedad de O por medio de observaciones pertinentes, de lo cual resultará que O es verdadera o bien falsa. Si O resulta verdadera, se habrá corroborado la teoría específica, pero también las hipótesis y teorías presupuestas que la anteceden en sentido lógico



y a la vez las que se hayan formulado a propósito del material de trabajo. La cantidad de hipótesis presupuestas y colaterales que se ponen en juego en cada contrastación suele ser muchísimo mayor de lo que se puede suponer, y esto indica que cada vez que una observación pertinente corrobora alguna teoría, incluso por razones tecnológicas o prácticas cotidianas, estamos simultáneamente corroborando un gran cuerpo de hipótesis. En algunos casos, si nos remontamos jerárquicamente hasta su punto de partida, este cuerpo de hipótesis puede involucrar una parte considerable de todo el conocimiento científico disponible. Esto daría razón, en cierto modo, al llamado criterio ***holístico***, según el cual toda aseveración científica compromete, si no a todo el conocimiento humano, a buena parte del mismo. Más allá de que se acepte o no esta tesis, la circunstancia de que un evento singular corrobore o apoye todo un cuerpo de presupuestos, tiene conexión con la idea de que el conocimiento no es una agrupación o colección de conocimientos aislados, sino, en realidad, una gran estructura que ponemos a prueba ante cada experiencia u observación.

Ahora bien, ¿qué ocurre si, como resultado de la contrastación, la consecuencia observacional O resulta ser falsa? En la versión simple del método hipotético deductivo deberíamos afirmar que la teoría ha sido refutada, y esto implicaría que alguna de sus hipótesis fundamentales (al menos una) debe ser descartada: una sola refutación bastaría para destruir la ***afirmación simultánea*** de todos sus principios. Pero el nuevo diseño que hemos desarrollado no nos permite hacerlo. No hay la menor duda, por razones lógicas, de que alguna de las premisas debe ser falsa, pero, ¿por qué habría de serlo justamente alguna de las hipótesis fundamentales de la teoría específica? Hay cinco tipos de premisas, afirmadas simultáneamente, y la "falla" podría deberse a la falsedad de cualquiera de las hipótesis agrupadas en 1, 2, 3 y 4 o bien de los datos del rubro 5. Podrían ser falsas una o más hipótesis presupuestas, subsidiarias o auxiliares. Incluso, como veremos luego, los datos podrían estar "perturbados" y ser falsa la afirmación de que se los ha verificado y no necesariamente las de la teoría específica en estudio. ¿Cómo proceder, entonces, para detectar la (o las) hipótesis "culpables"? ¿Cómo saber si la teoría específica debe ser descartada o bien

corresponde hacer lo propio con alguna de las otras hipótesis o datos y conservar la teoría en estudio? Si estuviésemos en presencia de una novela policial deberíamos decir que al detective, para su desdicha, se le ha presentado una situación en la cual el número de sospechosos se ha incrementado astronómicamente. Éste es un problema que en la formulación simple del método hipotético deductivo no se nos había planteado y que ahora debemos encarar con sumo cuidado.

Conservadores y revolucionarios ante la refutación

Existen *grosso modo* dos temperamentos con respecto al problema que estamos discutiendo: el revolucionario y el conservador*. Si se nos permite una metáfora, imaginemos que una persona está tramitando su jubilación y que, en una de sus periódicas visitas a una oficina, se le dice: "No encontramos su expediente". Si el damnificado tiene un temperamento prudente, pensará en primer lugar que el culpable de semejante accidente es algún empleado descuidado, que ha extraviado el expediente. Si luego de una investigación detenida se comprueba que no corresponde responsabilizar a ningún empleado en particular, el candidato a jubilado adjudicará la culpa, ya con mayor alcance, a la organización de la oficina. Si una nueva investigación no detecta el expediente, el interesado dirá que la responsabilidad le cabe al ministerio del cual depende la oficina. Pero si el expediente sigue perdido y no obtiene respuesta a nivel ministerial, la persona, ya muy enojada, sostendrá que el culpable es el gobierno por entero. (Aunque de acuerdo con el célebre aforismo italiano *Piove, governo ladro!* las etapas anteriores serían innecesarias.) Y, si aun así, luego de peregrinar por despachos gubernamentales de la más variada índole, no logra recuperar su expediente, puede dar un paso más y decir con furia que la responsabilidad del accidente recae sobre toda la estructura sociopolítica del país. Este avance por aproximaciones sucesivas y cada vez más amplias en busca de responsabilidades, y de enojos correlativos cada vez mayores, podría denominarse un "temperamento conservador". A éste se opondría el "temperamento revolucionario": quien lo profesase, ante la sola noticia de que se ha perdido el expediente, diría lisa y llanamente que hay que cambiar, mediante una revolución, toda la estructura sociopolítica.

Ambos tipos de temperamento podrían aplicarse al tema epistemológico que estamos discutiendo. Ante una refutación, el temperamento revolucionario diría, sencillamente, que la "culpa" de la refutación se halla en la teoría específica que se encuentra en estudio. En cierto modo, Popper presenta en *La lógica de la investigación científica* una tesis similar: cree que la racionalidad del método científico consiste en la

* De hecho, ante la aparición de refutaciones, sería posible hablar de un tercer temperamento: el de quien hace caso omiso de ella y decide seguir aceptando la teoría. Ante esta estrategia de "esconder la refutación bajo la alfombra" un psicoanalista diría que estamos en presencia de una denegación del inconveniente. Pero en los capítulos finales de este libro veremos que, en opinión de Thomas Kuhn y otros epistemólogos, se trataría de un procedimiento que no es desdeñado por los científicos en ciertas oportunidades.

refutabilidad en principio de las hipótesis y teorías, y es muy importante para su manera de entender la ciencia que las refutaciones de las consecuencias observacionales acarreen la refutación de la teoría. Ve con alarma que se busquen "culpables" en los rubros 1, 3, 4 ó 5, pues, según entiende, esto configuraría una suerte de búsqueda de excusas y disculpas para poder mantenerla en pie a ultranza. Se inclina a pensar que la refutación implica la obligación de abandonar la teoría y que toda otra actitud sería una argucia, o sea, un modo de seguir manteniendo a toda costa la teoría pese al inconveniente originado por la refutación. Esta posición popperiana puede considerarse, ciertamente, un tanto exagerada, al menos tanto como la reacción del que tramitaba su jubilación y ante la pérdida del expediente exigía una revolución para el día siguiente. Después de todo, podría ocurrir realmente que la hipótesis "culpable" no se hallase en la teoría específica, sino en algún otro conjunto de la estructura descrita. El propio Popper admite que, a veces, puede estar fallando alguna hipótesis auxiliar y que sería posible introducir una hipótesis *ad hoc*, resultante de modificar la anterior, con la finalidad de impedir la refutación de la teoría. Pero esto sólo sería lícito, según Popper, a condición de que se hallen luego corroboraciones independientes que apoyen a la nueva hipótesis; no basta, por tanto, con formular la hipótesis *ad hoc* y alegrarse de haberle salvado la vida a la teoría. De todos modos, es evidente que Popper no simpatiza con el procedimiento y piensa que, en lo posible, hay que arremeter contra la teoría sin demasiadas contemplaciones. A la inversa de lo que piensa Popper, un temperamento conservador diría, por el contrario, que hay que buscar a la hipótesis "culpable" por etapas, y su estrategia consistiría en investigar cada estrato comenzando por los inferiores, en el orden 5, 4, 3, 2 y 1, desde los datos hasta las teorías presupuestas. (En la figura de la página 214, este orden se indica por medio de una flecha ascendente.)

Estamos ahora en condiciones de presentar el llamado "método hipotético deductivo en versión compleja". Consiste en aceptar: 1) que toda contrastación o aplicación de una teoría obedece al esquema de estratos que hemos presentado; y 2) que la estrategia a emplear en caso de refutaciones responde al temperamento conservador y no al revolucionario. Esta percepción del método científico como dotado de una estructura compleja data ya de algunos pensadores del siglo pasado, como William Whewell (uno de los introductores del método hipotético deductivo en Inglaterra) y Pierre Duhem. En la actualidad, ciertos epistemólogos como Lakatos han querido ofrecer una visión tanto lógica como sociológica del método científico que, como luego veremos, se edifica sobre la base de la existencia de esta estructura. Como ya señalamos, Lakatos denomina "refutacionismo ingenuo" a la filosofía científica de Popper en relación con el método hipotético deductivo en versión simple, es decir, la creencia de que la refutación de una teoría se puede obtener de modo concluyente por medio de una sola observación pertinente. La versión compleja del método que ahora desarrollaremos se vincula con lo que Lakatos llama "refutacionismo sofisticado", que expondremos en un capítulo posterior, y que este autor presenta como un sucedáneo de la posición filosófica de Popper y a la vez una suerte de prolongación natural del pensamiento popperiano.

Datos y perturbaciones

Supongamos, pues, que hemos contrastado una teoría y que hemos obtenido consecuencias observacionales falsas. ¿Cómo detectar la hipótesis "culpable"? De acuerdo con la estrategia conservadora, hay que preguntarse en primer lugar si algún factor extraño pudo haber perturbado las observaciones pertinentes o bien las observaciones que llevaron a considerar verdaderos los datos del rubro 5 del esquema. Para retomar nuestro ejemplo del astrónomo que pretende predecir un eclipse, y suponiendo que el fenómeno no ha sido observado, el temperamento conservador comenzaría por preguntarse, por ejemplo, si la observación ha sido realizada en condiciones adecuadas o bien si algún dato involucrado en la deducción (tal como la distancia entre el Sol y la Tierra) se ha empleado con su valor correcto. En ambos casos, que haya habido una perturbación en una observación (la refutante en el caso de las consecuencias observacionales o la verificante para los datos), lleva al problema de si estamos violando o no el requisito de decidibilidad de la base empírica. Como el lector recordará, éste asegura que es posible, mediante observaciones, verificar o refutar concluyentemente los enunciados de primer nivel. ¿Cómo es posible que haya una perturbación allí donde, por el requisito de decidibilidad, no debió haber existido?

En la historia de la ciencia se ha comprobado, en más de una ocasión, que un enunciado observacional considerado verdadero era, en realidad, falso o no pertinente. La circunstancia de que ello haya acontecido puede haber tenido distintos orígenes, vinculados con perturbaciones externas, de carácter físico, o bien internas, del observador, de carácter fisiológico y psicológico. Antes de seguir adelante, por tanto, presentaremos tres ejemplos históricos de perturbación de datos.

La experiencia de Michelson

En un capítulo anterior hemos mencionado esta célebre experiencia cuyo resultado fue negativo, en el sentido de que se esperaba detectar con ella el corrimiento de ciertas rayas de interferencia en un interferómetro y que, presuntamente, delatarían el movimiento absoluto de la Tierra con respecto al Sol. El corrimiento no fue observado y este resultado inesperado llevó a una disputa que involucró distintas explicaciones, tales como la del físico holandés Hendrik Lorentz, y la de Einstein que finalmente privó con el nombre de teoría especial de la relatividad. Sin embargo, el físico estadounidense Dayton Miller afirmó posteriormente haber detectado el corrimiento de las rayas, lo cual indujo a otros físicos a reiterar la experiencia con el mismo resultado negativo original de Michelson. Los físicos coincidieron en afirmar que alguna perturbación había afectado las observaciones de Miller. Desde luego, para utilizar una ingeniosa frase de Henri Poincaré, decir tal cosa no es resolver la dificultad sino bautizarla. Lo que se insinúa en este caso es que una conjunción extraña de circunstancias habría provocado el corrimiento de las rayas en el interferómetro de Miller. (Como se comprobó mucho después, el equipo experimental empleado por éste era deficiente.) Las observaciones de Miller quedaron descalificadas en

tanto tales a pesar de que habían sido efectuadas; en situaciones como ésta, los científicos pueden descartar observaciones pertinentes y negar que la teoría (en este caso, la de Einstein) haya sido refutada.

Agua contaminada

Un segundo ejemplo, que cita Paul de Kruif en su libro *Los cazadores de microbios*, se refiere a una sesión de la Academia de Medicina de Prusia en la que Koch presentó públicamente cultivos de cólera. En aquel entonces, todo lo relativo a microorganismos era visto con bastante escepticismo, similar al que suelen tener hoy los psicólogos biologicistas con respecto a las teorías freudianas. En medio de la sesión, un enfurecido médico que asistía a la reunión y que no compartía los puntos de vista de Koch, el doctor Pepperkorn, se levantó, le arrebató un tubo de ensayo con cultivos de cólera y se lo bebió. Lo extraordinario es que no le ocurrió nada, ni en ese momento ni posteriormente, aunque hoy podríamos afirmar rotundamente que el doctor Pepperkorn debió enfermarse de cólera. ¿Qué pasó en ese momento? Es difícil saberlo. Se puede deslizar aquí la hipótesis de que aquel doctor de extrañas costumbres culinarias estaba ya vacunado contra el cólera, en el sentido de que había padecido la enfermedad en una forma débil y quedó inmunizado. Un psicoanalista podría decir, con alguna razón, que su acentuada convicción en contra de la teoría de Koch hacía fisiológicamente imposible que se contagiara. El hecho de que se bebió un cultivo de cólera y no enfermó fue observable e indiscutible, pero no podía ser tomado como dato para derivar consecuencias observacionales que refutasen la teoría de Koch acerca del origen del cólera. También aquí tenemos el caso de una perturbación, posiblemente ligada a las características fisiológicas (o psicológicas, como podría pensar un psicoanalista afecto a la psicosomática) del doctor Pepperkorn, y esa perturbación invalida el dato observacional.

Los canales de Marte

Un tercer ejemplo, algo más complicado pero muy interesante, lo constituyen las observaciones telescópicas del planeta Marte realizadas a fines del siglo XIX y comienzos del XX por los astrónomos Giovanni Schiaparelli y Percival Lowell. Ambos afirmaron haber observado canales en el planeta rojo y los dibujaron en sus mapas. Schiaparelli era un astrónomo muy competente y nadie hubiera pensado entonces (ni se lo piensa ahora) que mintiera en cuanto a lo que afirmaba haber observado. Algunas rayas que parecían comunicar zonas oscuras se le antojaron canales a Schiaparelli, aunque entonces aconteció un malentendido idiomático. La palabra italiana *canali*, que designa canales naturales, fue traducida al inglés por *canals*, que se refiere a canales artificiales. De allí a suponer la existencia de vida inteligente en Marte hubo un paso y astrónomos como Camille Flammarion y Lowell conjeturaron que los canales habían sido construidos por los marcianos para transportar agua de los casquetes polares hacia la zona ecuatorial. El hecho curioso, sin embargo, es que ningún

otro astrónomo logró observar los canales, pese a que Lowell llegó a señalar ciento ochenta en sus mapas. Hoy se ha descartado por completo su existencia (las observaciones con naves espaciales ofrecen argumentos irrebatibles), pero en su momento la cuestión generó un gran revuelo e incluso productos literarios indirectos tales como *La guerra de los mundos*, de Wells. Aun en tiempos más recientes, en las *Crónicas marcianas*, Ray Bradbury incluye canales en el paisaje de Marte pese a haber escrito su libro en los años 40 de este siglo.

¿Qué hacer con estas excéntricas visiones de canales de Marte realizadas por competentes astrónomos? Dispuestos a dirimir la cuestión, algunos psicólogos de una universidad de los Estados Unidos diseñaron una pintoresca experiencia al respecto. Instalaron en un galpón un tubo de unos siete metros de largo y de diámetro suficiente como para que pudiera verse, desde un extremo, una pelota de fútbol colocada en el otro. La pelota fue pintada de un color cobrizo similar al de Marte, y se salpicaron en ella, al azar, gotas de tinta; además, se la iluminó débilmente con una lamparita eléctrica de unos pocos watts. Por la noche, a oscuras, alguien (a quien no se le informaba acerca del propósito de la investigación) observaba a través del tubo durante largas horas y dibujaba lo que percibía. Pero las condiciones de iluminación de la pelota y el esfuerzo producían cansancio visual, y el observador terminaba percibiendo figuras con rayas en lugar de puntos, lo cual fue explicado por medio de un principio de la psicología de la Gestalt: en tales condiciones, se tiende a agrupar elementos dispersos según figuras geométricas simples. Algo similar debió haber sucedido con Schiaparelli y Lowell, que observaban un planeta mal iluminado durante muchas horas, lo cual producía fatiga y perturbaciones en la percepción. La moraleja es que a veces vemos lo que no podemos ver. Esto señala claramente que, en ciertas condiciones de percepción, la observación directa presenta perturbaciones, a causa de lo cual conceptuamos nuestras percepciones de manera distinta de lo que en realidad debiéramos haber visto. Es muy diferente decir que una imagen presenta rayas que decir que hemos visto rayas en Marte. Aquí la perturbación, evidentemente, se vincula con problemas de percepción y es difícil saber cuál es su origen específico.

Los tres ejemplos históricos muestran que no es absurdo suponer que la percepción o aprehensión observacional de los datos contenga, en efecto, alguna suerte de perturbación y obligue a los científicos a considerarlos inválidos. Es razonable, por tanto, comenzar nuestra estrategia conservadora de búsqueda de "culpables" preguntándonos si no habremos tomado por observación legítima algo que en realidad no lo era.

Los enunciados de primer nivel como hipótesis

El lector habrá observado que en nuestra estratificación de premisas intervinientes en la contrastación o empleo de una teoría científica hemos llamado hipótesis a las que ocupan los rubros 1, 2, 3 y 4. Parecería razonable no asignar carácter hipotético a los enunciados de primer nivel que aparecen en el rubro 5, ya que, en principio, se trataría de enunciados empíricos básicos, singulares, concluyentemente verificados. Pero, ¿es así realmente? En *La lógica de la investigación científica*, Popper sostiene que no: los enunciados singulares que formulamos para describir observaciones tienen siempre característica de hipótesis y, en este aspecto, no difieren de los enunciados de segundo o tercer nivel. Para entender lo que afirma Popper, hay que tener en cuenta que los enunciados observacionales se formulan frecuentemente con el auxilio de conceptos vinculados con el mundo físico tal como éste se nos ofrece en la vida cotidiana y es descrito con el lenguaje ordinario. Supongamos que, en este momento y frente a una mesa, dijéramos: "Esto es una mesa". En principio no hay razón para dudar de que el enunciado puede ser considerado un dato observacional, un enunciado verificado de primer nivel. Pero nada nos garantiza que, de pronto, la mesa no nos dijera a continuación con voz ronca y gutural: "Ufa, estos epistemólogos ya me tienen cansada", y abandonase la habitación caminando. ¿Qué deberíamos decir entonces? Probablemente que lo que tomamos por una mesa no era en realidad una mesa, sino tal vez un extraterrestre o un animal desconocido. El ejemplo pretende ilustrar que cuando afirmamos que un objeto es una mesa vamos más allá de lo que realmente percibimos; no decimos solamente que se nos presenta bajo cierta forma o comportamiento, sino también (implícitamente) que conservará tales atributos en el futuro. Las mesas no hablan y si de pronto una mesa comenzara a hablar habrá que convenir en que aquello que suponíamos una mesa no era en verdad una mesa. Toda vez que ante un objeto físico de la vida cotidiana afirmamos "He aquí tal o cual cosa" estamos formulando un enunciado hipotético. Puede ocurrir que tomemos una hogaza de pan de la panera y al morderla descubramos que nuestra hipótesis acerca de que ese cuerpo era un pan resultara falsa; y lo era porque nuestro sobrino colocó en la panera un trozo de goma con forma y color de pan para gastarnos una broma. De hecho, morder el objeto y comprobar que los dientes no producen el menor efecto en él refuta la hipótesis de que el cuerpo era un pan.

Popper afirma que todo enunciado que utiliza conceptos físicos tiene, por las razones expuestas, características de hipótesis, ya que implícitamente se está presuponiendo cuál será el comportamiento futuro de lo que observamos. Como casi todos los enunciados observacionales pertenecen a esta categoría, llegamos a la conclusión de que los enunciados de primer nivel, aun los que hemos aceptado como verificados, son, en realidad, hipótesis: tendríamos que hablar de ellos en términos de corroboración y no de verificación. La posición popperiana presenta algunas dificultades a las que nos referiremos enseguida, pero vale la pena comentar en primer lugar que hay enunciados observacionales que no parecen manifestar aspectos hipotéticos, pese a que se refieren a objetos. Si decimos, señalando con el dedo un pepino, "Esto es verde", parece que nos hallamos ante una situación puramente observacional que no implica pronósticos para el futuro. Pero no es así. El problema aquí es la palabra "verde". Hay que tener en cuenta que la experiencia posterior puede obligarnos a corregir lo que hemos afirmado y hacernos llegar a la conclusión de que dijimos "Esto es verde" porque se trataba de un objeto azulado inadecuadamente iluminado. En esa forma, haber percibido verde lo que en realidad no lo era resulta de un efecto puramente perceptual. Pero si la presunta verdad del enunciado puede ser desechada en otro momento por nuevas experiencias, el enunciado "Esto es verde" tiene características hipotéticas, y nuestra observación no nos ha permitido verificarlo. Pe-

ro, ¿qué puede decirse de la afirmación "Estoy percibiendo esto como verde"? El enunciado parece describir, realmente, algo que se refiere al aquí y ahora. ¿Es también hipotético? La respuesta de Popper es que sí, porque circunstancias posteriores pueden mostrarnos que lo que hemos creído percibir como verde no era, en realidad, verde, sino un matiz de azul. Todo es corregible, hipotético, aun la más trivial de las observaciones.

Nuestra discusión refuerza la legitimidad de poner en duda datos y observaciones pertinentes en la búsqueda de "culpables" de una refutación. Pero además va mucho más allá, porque pone en tela de juicio aspectos muy importantes de la posición de Popper acerca del método hipotético deductivo en versión simple y especialmente en lo que respecta a su criterio de demarcación. ¿Por qué? Porque si es verdad que los enunciados observacionales son hipótesis, afirmar que una consecuencia observacional ha quedado refutada (lo cual para Popper refuta necesariamente la teoría) tiene también características hipotéticas. Experiencias posteriores podrían, de algún modo, refutar la afirmación de que la consecuencia observacional es falsa. Si esto es así, la *refutabilidad de una consecuencia observacional tiene un carácter provisorio*, y nuevas experiencias pueden obligar a abandonar lo que consideramos como refutación porque en realidad no lo era; dicho de otra manera, porque la hipótesis de que la consecuencia observacional es falsa ha quedado refutada. La refutación de una teoría no es entonces concluyente y puede ser revisada en función de nuevos datos. Por tanto, la idea popperiana de que el conocimiento científico progresa por la negativa mediante la refutación definitiva de teorías científicas no es totalmente convincente. Una teoría puede estar en cierto momento en condiciones de refutación y, sin embargo, por una revisión posterior de la hipótesis de que ha sido refutada, volver a ser admitida como corroborada. Esto permitiría, en principio, que una teoría dada por desaparecida de la ciencia en cierto momento histórico reaparezca posteriormente porque se han revisado sus consecuencias observacionales o las observaciones pertinentes que fundamentaban su refutación. No es probable, sin embargo, que regrese con la misma formulación que tuvo en el pasado sino convenientemente modificada. De todos modos, parece incuestionable que debemos ser prudentes a la hora de afirmar que una teoría ha quedado descartada para siempre.

De acuerdo con lo que acabamos de decir y a manera de síntesis estaríamos tentados de afirmar que "Las refutaciones se pueden refutar". Pero ésta es una manera incorrecta de hablar porque, si la refutación es el establecimiento conclusivo de la falsedad de un enunciado, ya no se la podría refutar. Lo que se quiere decir cuando se afirma que "La refutación es refutable", es que las hipótesis empleadas para concluir la falsedad de determinada consecuencia observacional son factibles de ser descartadas. La palabra "refutar" usada de esta manera no significa el establecimiento conclusivo de la falsedad sino, más bien, la presencia de dificultades ante aquello que, en un momento determinado, se aceptaba sin discusión.

Popper, Kuhn y el consenso

El lector advertirá que nuestras consideraciones anteriores, a propósito de aceptación de verdades sin discusión, nos obligan a replantear las características que habíamos atribuido a la base empírica de la ciencia, que imaginábamos indiscutible y decidible. Si lo que estamos diciendo es cierto, toda afirmación acerca de la base empírica tiene naturaleza hipotética y es por tanto revisable. Para retomar un ejemplo anterior, la afirmación observacional "Esto es una mesa" ya no es verificable, sino tan sólo contrastable. Una característica de los objetos que llamamos mesas es la de no ser atravesables con un golpe de puño, de modo que ante un objeto que se nos presenta como una mesa podríamos golpearla con el puño y comprobar que el puño no la atraviesa. Diríamos entonces: "He corroborado la hipótesis de que esto es una mesa porque mi puño no la atraviesa". Como se comprende, esto plantea otro problema adicional, porque un amigo nuestro podría preguntar: "¿Y cómo se sabe que lo que golpeó contra la mesa es un puño? Podría ser una masa de gas o una alucinación". Podemos entonces contrastar la hipótesis de que nuestro puño es realmente un puño pegándole un golpe con otro puño y comprobar que éste no lo atraviesa, pero ahora tendremos el problema de decidir si el segundo objeto era realmente un puño. Al parecer, contrastar cualquier hipótesis observacional sobre objetos físicos nos lleva a un encadenamiento de contrastaciones sin fin, en el que cada afirmación acerca de un objeto utilizado para contrastar nuestra hipótesis acerca de otro exije, a su vez, una contrastación.

Si esto es así, ¿qué queda de la ambición de la ciencia de disponer de una serie de conocimientos indiscutibles a partir de los cuales se puedan contrastar hipótesis y teorías? Desde el punto de vista filosófico, la respuesta es que tal conocimiento indiscutible no existe. Tendrían razón entonces los pragmatistas cuando afirman que cuanto se dice en ciencia es relativo a un cuerpo admitido como conocimiento en forma provisional, en un momento histórico determinado, y que ello no debe preocuparnos en exceso porque lo que verdaderamente importa es disponer de instrumentos para actuar sobre el mundo. De hecho, sin embargo, los científicos admiten como indiscutidas una serie de proposiciones acerca de la experiencia, lo cual indicaría que nuestro esquema de "capas de cebolla", presentado en el Capítulo 2, debería comenzar con una suerte de "base empírica epistemológica mínima": un conjunto de afirmaciones básicas de carácter observacional, de primer nivel, acerca de la experiencia y de los objetos, que los científicos aceptan sin discusión. A partir de esta base empírica mínima, consensuada, de naturaleza convencional, estaríamos en condiciones de contrastar otras afirmaciones sobre la base empírica y, de esta manera, ampliar el conjunto de hipótesis corroboradas y aceptadas referidas a la base empírica hasta constituir, en un momento determinado de la historia, la base empírica epistemológica propiamente dicha. A ésta pertenecerían todas las hipótesis contrastadas hasta ese momento a partir de la base empírica mínima. Con referencia a esta base empírica epistemológica así construida se contrastarían, como ya hemos señalado, los enunciados de segundo y tercer nivel. Adviértase, sin embargo, que la aceptación convencional por parte de la comunidad científica de una base empírica mínima no implica atribuir a ésta un carácter absoluto. Se admite perfectamente que, a lo largo

de la historia de la ciencia, esas decisiones consensuadas y fundamentales serán revisadas y modificadas con el desarrollo del conocimiento. A nuestro entender, ésta es la posición que Popper defiende.

Es sabido que las discusiones epistemológicas de Popper tienen un fuerte sesgo lógico. Toda su jerarquía de hipótesis y sus nexos deductivos muestran una preocupación lógica por comprender la estructura de las teorías científicas. Pero, frente a Popper, hay alternativas que tienen una inquietud totalmente diferente. Thomas Kuhn es el ejemplo de un epistemólogo para quien los factores sociológicos, especialmente en relación con el comportamiento de los miembros de una comunidad científica, constituyen la llave maestra para entender, ya no la estructura de la ciencia en sí misma, sino la conducta de la comunidad que la produce y la evolución de las ideas científicas en ella. Como Kuhn señala repetidamente, el consenso o acuerdo entre los miembros de una comunidad parece ser la piedra de toque para la comprensión global de la actividad científica. Kuhn denomina *ciencia normal* a la que se practica en etapas históricas en las que una comunidad científica actúa con consenso y asentimiento común frente a ciertos conceptos, teorías o visiones del mundo. Es este compromiso el que permite la actividad mancomunada y que otorga a la ciencia una fuerza y eficacia que, en las etapas no normales de su desarrollo, vinculadas con crisis y revoluciones científicas, ella no posee.

Algunos autores concluyen de todo ello que no hay un real enfrentamiento entre la posición popperiana y la kuhniana, porque Kuhn practicaría sociología de la ciencia y Popper, en cambio, lógica de la ciencia. Sin embargo, hemos destacado con especial atención que, de acuerdo con Popper, en cada etapa histórica hay una decisión convencional, consensuada, acerca de lo que ha de admitirse como base empírica mínima para el desarrollo y construcción de la ciencia, lo cual indica que las ideas sociológicas no están ausentes por completo en el pensamiento popperiano. Más aún, la base empírica mínima es la que justifica por qué se adoptan las hipótesis que constituyen la base empírica epistemológica y ésta, a su vez, es el elemento de control de todas las hipótesis y teorías de la ciencia; por tanto, en forma indirecta, se advierte que hay tanta componente sociológica en el pensamiento de Popper como en el de Kuhn. Ambos compartirían posiciones sociologistas, compatibles con los aspectos lógicos de la ciencia, y por ello no es correcto concluir que Popper toma en consideración sólo la dimensión lógica de la investigación en tanto que Kuhn lo hace únicamente con la sociológica.

Más adelante retomaremos aspectos de esta polémica. Pero previamente debemos proseguir con nuestra exposición de las características del método hipotético deductivo en versión compleja. En particular, habrá que analizar el modo de procedar de la estrategia conservadora una vez comprobado que la refutación de una consecuencia observacional no puede ser atribuida a enunciados de primer nivel que, erróneamente, habíamos considerado verificados. A ello destinaremos el próximo capítulo.

14 El método hipotético deductivo en versión compleja. Segunda parte: a la búsqueda de otros culpables

En el siglo XIX, la hipótesis de existencia de un planeta desconocido permitió no sólo proteger de la refutación a la mecánica newtoniana, sino también, con el auxilio de ésta, calcular su posición y ser observado luego con el telescopio. Tal fue el asombroso episodio del descubrimiento de Neptuno por el mero recurso al cálculo. (Foto: NASA. Cortesía Asociación Argentina Amigos de la Astronomía.)



Refutación e hipótesis auxiliares

De acuerdo con la estrategia conservadora para la búsqueda de premisas "culpables" ante la ocurrencia de refutaciones, hemos comenzado por considerar la posibilidad de hallarlas entre los datos o las consecuencias observacionales. Pero *puede ocurrir que nuestra tarea no arroje ningún resultado concreto*. Si esto es así, hay que abandonar este ámbito de la investigación y tratar de detectar al enunciado "culpable" entre las hipótesis auxiliares. El lector recordará que las hipótesis auxiliares, por contraste con las subsidiarias, no expresan conocimiento obtenido previamente, sino, en cierto sentido, nuestra ignorancia. Es necesario adoptar estas suposiciones pese a que no han sido previamente contrastadas, porque de otro modo la investigación no podría ser llevada adelante. Las hipótesis auxiliares, según lo demuestra el análisis de la historia de la ciencia, son las premisas más sospechosas que intervienen en la contrastación o aplicación de una teoría según el método hipotético deductivo en versión compleja.

Analicemos por tanto este tipo de hipótesis, sus modalidades y el uso al que se las destina. Comencemos por observar que en muchos tratados de metodología cuyo enfoque no es el que estamos siguiendo en este libro, y especialmente en la literatura de origen norteamericano, aparece la noción de "hipótesis de trabajo". Si se toma una acepción amplia de esta locución, se trata de cualquier hipótesis formulada para servir de pista y ordenamiento a una investigación. Siendo así, todas las hipótesis de una teoría en las primeras etapas de su formulación (antes de decidir en detalle si soluciona o no los problemas que se han planteado) serían hipótesis de trabajo, y sólo dejarían de ser "de trabajo" una vez corroboradas y aceptadas por la comunidad científica. Pero hay un sentido más específico de entender la expresión "hipótesis de trabajo" como sinónimo de hipótesis auxiliar: una suposición sobre el material de trabajo no corroborada por información anterior. Recordemos nuestro ejemplo del químico de una fábrica de específicos medicinales que tiene a su cargo el control de calidad de los productos, y que adopta la hipótesis de que las drogas que se le han entregado son puras. Ésta es una hipótesis auxiliar, pues no ha habido una investigación científica anterior que la corrobore o refute, pero sin la cual el químico no podría siquiera comenzar su tarea. Pues, ¿cómo debería proceder previamente si desconfiase de la pureza de las drogas? Podría hacer una investigación sobre el instrumental de laboratorio con que se las ha manipulado, cotejarlas con otras adquiridas en diversas droguerías, estudiar los controles realizados en los laboratorios gubernamentales antes de su lanzamiento al mercado, etcétera. Todo lo cual, dicho sea de paso, no lo eximiría de formular en esta investigación preliminar nuevas hipótesis auxiliares. Por todo ello, es razonable y sensato que el químico inicie directamente su tarea de control de calidad adoptando la hipótesis auxiliar de la pureza de las drogas.

Las hipótesis factoriales y existenciales

Las hipótesis auxiliares aparecen en la práctica científica con mucha frecuencia. Analicemos por ejemplo algunos aspectos de la famosa metodología inductivista de John

Stuart Mill, en la que se tratan de investigar ciertos rasgos entendidos como efectos (los síntomas de una enfermedad) atribuyéndolos a la presencia de otros que actuarían como causas (la ingestión de alimentos en mal estado). En ella se exige muchas veces que todos los rasgos que no se toman en cuenta en la investigación permanezcan constantes. Por ejemplo, en el llamado "método de las diferencias" se trata de decidir si *A* es la causa de *B* de acuerdo con la siguiente regla: cuando *A* está presente, *B* también lo está, pero cuando *A* no está presente *B* tampoco lo está. Aquí es esencial que todos los demás rasgos permanezcan constantes y, en ese caso, la causa de *B* tiene forzosamente que ser *A* porque si la causa fuera otra debió producirse *B* aunque *A* no se presentara. Si se tratara de un caso concreto de intoxicación y se sospechara que el origen de la misma radica en la ingestión de determinada variedad de queso, la aplicación del método de Mill debería conducir a la comprobación de lo siguiente: a) un grupo de personas enferma cuando ingiere el queso sospechoso; b) el mismo grupo no enferma cuando no ingiere el mismo queso. En tal caso se entendería que la ingestión del queso es la causa de la enfermedad. Pero el argumento implica que la comprobación se realice sin que se modifique ningún factor salvo la ingestión del queso. El procedimiento exige que permanezcan constantes todos los restantes factores: las personas que integran el grupo, la variedad de queso, la cantidad consumida, etcétera. El lector puede comprender que es estrictamente imposible que ello acontezca, pues, tomada al pie de la letra, la exigencia es desmesurada: para que se cumpliese, todos los planetas deberían detener su movimiento, no aparecer nuevas manchas solares, dejar de oscilar los péndulos. Si debiese ser así, habríamos demostrado por el absurdo que este método de Mill es impracticable. Pero de lo que se trata no es de mantener constantes todas las demás cualidades o rasgos del universo, sino solamente aquellos que son pertinentes para la investigación. Se comprende que la modificación de la distancia entre el Sol y la Luna no tiene, que sepamos, ninguna influencia sobre la salud o enfermedad de la personas, en tanto que sí la tienen los alimentos que consumen o el estado del medio ambiente. La cantidad de rasgos o factores que podrían tener influencia en la investigación se hallan, ahora sí, al alcance del experimentador y constituyen un conjunto reducido: alimentos o factores ambientales, por ejemplo, pero no posiciones de astros o temperaturas en el centro de la estrella Canopus.

Claro que aquí se podría preguntar: ¿qué nos asegura que un determinado rasgo es o no pertinente? Supongamos que el investigador de marras realice experimentos los días 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 de julio. ¿Debería tener en cuenta si el día en que hace la experiencia tiene como fecha un número par o un número impar? En realidad, la paridad o imparidad de las fechas no parece ser pertinente en este caso y en función de su conocimiento anterior el investigador parece actuar correctamente al ignorarlas, porque en ninguna de las experiencias similares ese factor ha mostrado ser relevante. Sea como fuere, la decisión de declarar en el diseño de una investigación que un factor es o no pertinente es claramente una hipótesis colateral, llamada en este caso ***hipótesis factorial***.

En la mayoría de los casos, una hipótesis factorial no está apoyada por investigaciones anteriores e irrumpe en la investigación como hipótesis auxiliar, aunque a veces puede tener el carácter de hipótesis subsidiaria porque ya se sabe lo suficiente

acerca de los factores pertinentes que conviene tener en cuenta. Pero en una situación como la planteada por el método de las diferencias de Mill ocurre algo más drástico aún, y es que se declara no pertinente no solamente a uno, dos o tres factores sino, en realidad, a una cantidad infinita de ellos. De acuerdo con esto, en todo diseño experimental hecho a la manera de este método de Mill u otros similares se toma una decisión global muy seria: se divide a todas las características posibles que puedan hallarse en el universo, incluso las no conocidas, en un grupo finito y delimitado de pertinentes y un grupo infinito, complementario, de no pertinentes. Una hipótesis de este tipo, en cierto modo descomunal, se llama ***hipótesis factorial maximal*** y está indicando una decisión no acerca de un solo factor sino de todos ellos. Muchas veces se la formula sin que aparentemente se destaque la magnitud de lo que implica. El investigador dice modestamente: "Vamos a investigar la característica *A* y la característica *B*, para decidir si *A* es o no la causa de *B*, y mantendremos constantes C_1, C_2, C_3, C_4 ... C_n". Se entiende que el investigador implícitamente declara no pertinente a toda otra característica, rasgo o factor C_k no incluido en la lista, lo cual presenta el mayor de los riesgos posibles. Si la hipótesis "culpable" de una refutación es una hipótesis factorial, es posible que no sea detectada sencillamente porque el investigador no la incluyó en su lista por no considerarla pertinente. No sería grave, en cambio, la situación inversa porque, si se mantienen constantes los factores pertinentes y algún otro que no lo es, no se altera la condición de que los pertinentes permanezcan constantes.

Podemos ilustrar la cuestión con un ejemplo histórico. En sus investigaciones genéticas, Mendel reparó cuidadosamente en ciertas características de su material de trabajo y las condiciones en que realizaba sus experimentos. Por ejemplo, sembraba las semillas de sus plantas muy cerca de un muro del jardín donde trabajaba, lugar en el que había más sombra y humedad; pero, a su juicio, estos dos factores debían ser tenidos en cuenta, y por ello las trasplantaba periódicamente del muro al centro del jardín y viceversa. Pero en cambio no prestó atención al día de la semana en que había realizado la siembra. El lector podrá preguntar: ¿y por qué habría de hacerlo? ¿Qué tiene que ver el día de la semana con el desarrollo de la planta? El autor conviene en que, si tuviera que hacer en este caso una hipótesis factorial de máxima, incluiría el día de la semana entre los factores no pertinentes, pero, ¿lo es realmente? Los días lunes mucha gente trabaja desganadamente y de mal humor porque la semana recién empieza, los viernes trabaja cansado aunque con cierta alegría por el advenimiento del fin de semana y el miércoles trabaja en forma normal. Esto indica que quien planta las semillas puede comportarse de manera más o menos cuidadosa según en qué día de la semana lo haga y, como Mendel no tomó en cuenta este factor, un temperamento cascarrabias podría decir que formuló implícitamente una hipótesis auxiliar que quizá fuera falsa. Pero en realidad la mayoría de las hipótesis auxiliares que intervienen en una hipótesis factorial de máxima son implícitas y, generalmente, se desdeñan muchos factores sin enumerarlos e incluso sin que se repare siquiera en ellos. Nuestro amigo y colega Mario Bunge contaba que en cierta universidad descubrió a un sacerdote que realizaba el siguiente experimento: cultivaba dos grupos de plantas exactamente iguales, en las mismas condiciones de plantación, iluminación y tratamiento, con la única diferencia de que a uno de los grupos le reza-

ba cuatro horas diarias y a los otros no. En general, un investigador promedio en biología diría que el factor "número de horas que se le reza a la planta" es una variable no pertinente, pero el sacerdote aducía que sí lo era ya que había advertido que el crecimiento en el grupo de las plantas rezadas era más rápido y vigoroso que en el otro. El autor de este libro no siempre ha logrado sorprender a sus interlocutores mencionando este caso, porque muchos de ellos, no sin cierto desdén o suficiencia, replican que bien se sabe que las plantitas crecen mucho mejor cuando se les tiene cariño.

Otro tipo de hipótesis auxiliar que tiene cierta analogía con la anterior es la que supone, en lugar de la pertinencia o no de un factor, la existencia o no de algún cuerpo, sustancia o individuo que puede cambiar las condiciones de contorno. Por ejemplo, la hipótesis auxiliar de la pureza de las drogas de nuestro químico no es una hipótesis factorial, sino de existencia o inexistencia; en este caso, de inexistencia de impurezas en las drogas. También aquí las hipótesis de existencia y, sobre todo, de inexistencia, pueden tener el carácter de hipótesis maximales, como suponer, por ejemplo, que en una cierta porción de espacio no hay otro cuerpo presente más que los cuerpos conocidos y que se toman como datos al comienzo de la investigación. En el siglo XVII, todos los sistemas planetarios a disposición de los astrónomos incluían, además de las estrellas, a la Tierra, al Sol, a la Luna y a los cinco planetas conocidos hasta entonces, una hipótesis maximal que al ser descubierto Urano, en el siglo XVIII, reveló ser falsa.

Las hipótesis *ad hoc*

Ocurre, muchas veces, que la premisa "culpable" buscada luego de una refutación parece ser, inequívocamente, una determinada hipótesis auxiliar. Si esto es así, para proteger a la teoría específica que intervino en la contrastación es necesario descartar dicha hipótesis y reemplazarla por alguna otra. A estas hipótesis improvisadas con el fin de salvar o defender a la teoría específica echándole la culpa a nuestras suposiciones por ignorancia se las llama hipótesis *ad hoc*. Por ejemplo, nuestro químico, en su laboratorio de la fábrica de productos medicinales, puede de pronto llegar a la conclusión de que uno de los específicos que está investigando se halla en mal estado. Ello refuta una teoría con la cual ha estado trabajando y es que la fábrica produce específicos de buena calidad. En cierto modo, la observación de que la mercancía es defectuosa actúa como refutativa de la hipótesis acerca de la eficacia y seriedad de la empresa. Aquí surgen, en una situación éticamente comprometida, nuestras dos estrategias, la revolucionaria y la conservadora. La revolucionaria consistiría en decir que hemos refutado la teoría y que la fábrica, en realidad, no tiene las características que nosotros suponíamos en cuanto a la calidad de sus productos. Por el contrario, la conservadora trataría de salvar esa teoría y echarle la culpa a alguna de las hipótesis auxiliares. Esto, en principio, es razonable, porque la teoría de que la fábrica opera adecuadamente puede estar apoyada por corroboraciones vinculadas con controles anteriores. Aquí la hipótesis auxiliar sospechosa es, precisamente, la mencionada anteriormente acerca de la pureza de las drogas; quizá, puede pensar el químico, algunas de las drogas se halla en estado de impureza porque ha sido mal manipulada anteriormente. Ésta es una hipótesis *ad hoc* que, de ser adoptada, explicaría por qué al hacer la contrastación se obtuvo un resultado negativo y protegería a la teoría de que la empresa es eficaz y seria. Desde el punto de vista epistemológico este proceder del químico es razonable y correcto, pero podría no serlo desde el punto de vista ético, que aconsejaría proceder al modo revolucionario. Si la fábrica estuviese fallando en la producción de sus específicos, se pondría en peligro la salud de la población, y ante la necesidad de protegerla conviene adoptar provisoriamente la decisión de atribuir los inconvenientes surgidos a la propia fábrica. Pero es un error confundir las exigencias éticas con las exigencias epistemológicas. En realidad, aquí la aplicación de la estrategia revolucionaria es una precaución social y, de no existir este factor, emplear la estrategia conservadora sería más aconsejable.

Popper, como lo hemos señalado anteriormente, detesta este proceder por considerarlo una injustificable "argucia", porque a su entender ello permitiría, si se es suficientemente hábil en la producción de hipótesis *ad hoc*, mantener las teorías científicas a cualquier costo, estén equivocadas o no. Su filosofía del progreso por detección de errores se vería comprometida si aceptase la posibilidad de proteger continuamente a las teorías específicas por medio de alteraciones de hipótesis auxiliares. No obstante, ya dijimos que Popper reconoce que esta situación se plantea en la práctica científica habitual y que una hipótesis *ad hoc* puede ser admitida en el desarrollo de la ciencia a condición de que no se la considere sólo a los efectos de salvar a la teoría sino como hipótesis independiente y se encuentren elementos corroborativos que permitan, de alguna manera, sostenerla por separado. (Si esto último ocurre, la hipótesis deja automáticamente de ser *ad hoc*.) A nuestro juicio, aun así la idea popperiana del progreso por descarte de teorías equivocadas o progreso por la negativa se vería, de todas maneras, comprometida, porque siempre el investigador podría tratar de encontrar alguna línea de investigación que diera elementos de juicio independientes en apoyo de una hipótesis *ad hoc* y, en este sentido, cabría la posibilidad de mantener la teoría que (tal vez por haberse encariñado con ella) desea mantener protegida de la refutación y no descartarla.

Un ejemplo paradigmático en la historia de la ciencia es el descubrimiento del planeta Neptuno por Leverrier y Adams en 1846. En el siglo anterior había sido descubierto el planeta Urano, desconocido en la antigüedad clásica. (Dicho sea de paso, el descubrimiento fue utilizado por los enemigos de la astrología para sostener que los horóscopos eran majaderías porque no habían tenido en cuenta la existencia de Urano, a lo cual los astrólogos replicaron tranquilamente con la hipótesis *ad hoc* de que ello explicaba ciertos errores en las predicciones astrológicas y que éstas sí serían infalibles.) Ahora bien, desde fines del siglo XVIII se contaba ya con una mecánica newtoniana muy evolucionada, pues había recogido las contribuciones de Lagrange, Laplace y otros físicos y matemáticos, y fue posible, utilizando la teoría de Newton y los datos que se conocían en aquel entonces sobre el Sol, la Tierra y los planetas, predecir con mucha precisión las posiciones de Urano en la esfera celeste. Pero, paulatinamente, se observó que las posiciones predichas no coincidían con las observadas. Un temperamento revolucionario hubiese liquidado el asunto declarando que la teoría de Newton había quedado refutada, atribuyendo a alguna de

sus hipótesis la "culpabilidad" de las predicciones equivocadas, pero los astrónomos procedieron a emplear, más bien, la estrategia conservadora. Supusieron en principio que la dificultad radicaba en los datos observacionales disponibles en ese momento y que intervenían en la predicción de las posiciones de Urano; pero aun con datos mejorados y nuevos cálculos el nuevo planeta seguía apartándose de la trayectoria prevista. Finalmente los astrónomos se convencieron de que la dificultad iba más allá de los posibles errores de observación y de que, realmente, Urano no se movía en la órbita debida. No era necesario, sin embargo, poner en duda la mecánica newtoniana (que había resultado ser muy eficaz para resolver muchos otros problemas) y por tanto correspondía cuestionar alguna hipótesis auxiliar. En forma independiente, los astrónomos Urbain Leverrier, de la Academia de Ciencias francesa, y un estudiante no graduado de Cambridge, John Adams, supusieron la existencia de un planeta no observado hasta entonces y que sería responsable de las discrepancias entre las observaciones de Urano y las predicciones de la mecánica newtoniana. El cálculo de los movimientos de Urano en su órbita había sido realizado con el supuesto de que los astros existentes en el sistema solar eran los planetas conocidos amén del Sol y la Luna. Ésta es una hipótesis auxiliar: los planetas existentes en el sistema solar coinciden con los conocidos. Se trata además de una hipótesis existencial de máxima. Afirma que en la región del sistema solar no existe ningún otro cuerpo celeste más que los conocidos y, en tanto hipótesis, podía ser falsa. (A lo sumo tenía el apoyo inductivo, no conclusivo, ofrecido por el conocimiento de lo observado hasta el momento, pero ningún astrónomo de la época hubiera sido tan temerario como para decir que estaba probada la inexistencia de otros planetas. El propio descubrimiento de Urano ponía en guardia contra la idea de que lo conocido era lo único existente.) Por consiguiente, era realmente tentador pensar que esta hipótesis auxiliar podía ser suplantada por la hipótesis *ad hoc* de que existía algún cuerpo desconocido en el sistema solar no tenido en cuenta en ocasión de realizar los cálculos. Observe el lector, sin embargo, que esta hipótesis *ad hoc* genérica tuvo que ser reemplazada por otra más específica, de carácter maximal, según la cual los planetas existentes en el sistema solar eran los ya observados y *sólo uno más* existente pero desconocido. A partir de aquí era posible efectuar cálculos para saber qué tamaño debía tener el hipotético planeta, qué lugar debía ocupar y de qué manera debía moverse en su órbita para que quedara explicado el movimiento de Urano. Leverrier y Adams lo hicieron por separado, cada uno ignorante de los trabajos del otro y, como resultado de sus cálculos, pudieron predecir las posiciones del planeta desconocido en fechas determinadas. Las circunstancias del descubrimiento fueron muy curiosas. Leverrier pidió a Johann Galle, astrónomo de Berlín, que observara cierta región del cielo en busca del planeta y Galle efectivamente lo detectó, con lo cual la hipótesis de existencia del nuevo astro dejó de ser *ad hoc*. En cambio, Adams no tuvo suerte. En Cambridge no se le prestó demasiada atención y además el observatorio no disponía de buenos mapas de la región del firmamento en la que debía ser buscado el planeta. Cuando finalmente éste fue hallado, ya Galle había hecho lo propio y Leverrier se había llevado el mérito de haber predicho la existencia de un nuevo planeta, Neptuno, sin más recurso que la teoría y el cálculo. Se cuenta que Leverrier nunca quiso contemplarlo a través del telescopio, aduciendo que ya lo había visto con los ojos del intelecto.

Curiosamente, el propio Leverrier había formulado la hipótesis de existencia de otro nuevo planeta, Vulcano, con el fin de explicar ciertas anomalías del movimiento de Mercurio, pero Vulcano nunca fue descubierto y, de hecho, su presunta existencia fue luego descartada. En ese caso, los ojos del intelecto no fueron suficientes.

El descubrimiento de Neptuno fue sin duda uno de los resultados más brillantes del intelecto humano y también un buen ejemplo de cómo la estrategia conservadora puede ser clave para importantes descubrimientos fácticos en la marcha de la ciencia. Muestra, además, que puede ser descabellado emplear una estrategia revolucionaria y proceder de buenas a primeras a descartar una teoría porque ha acontecido una refutación. Pero aquí conviene hacer una salvedad: la estrategia conservadora a propósito de hipótesis auxiliares puede no dar resultado. Cuando se la quiso aplicar a las anomalías del movimiento de Mercurio suponiendo la existencia del planeta bautizado Vulcano, la estrategia falló, y hubo de esperarse a que Einstein formulase la teoría general de la relatividad para que tales anomalías pudiesen ser explicadas. Pero esta teoría resultó de modificar la teoría específica, en este caso la newtoniana, e implicó por tanto un muy drástico cambio en la historia de la ciencia.

En muchos casos la utilización de hipótesis *ad hoc*, tan vilipendiadas por Popper, puede transformarse en un instrumento indispensable de investigación. Señalemos un ejemplo, sin abandonar el terreno de la astronomía. Con los instrumentos tan precisos con los que actualmente cuentan los astrónomos, se ha podido mostrar que el movimiento de algunas estrellas cercanas al sistema solar, que debería ser circular según las teorías aceptadas, es en realidad sinusoidal. No se piensa por ello que han fallado las teorías en boga (por ejemplo, la relatividad general) sino que se formula la hipótesis *ad hoc* de que algún astro cercano a la estrella perturba la trayectoria de ésta y nada más sencillo que suponer que alrededor de la estrella orbita un planeta. Esto es lo que permite a los astrónomos afirmar, en la actualidad, que hay muchas estrellas, conveniente y cuidadosamente estudiadas, que tienen planetas girando a su alrededor. Por otra parte, tenemos aquí un curioso ejemplo de lo dicho a propósito de la base empírica metodológica, pues está claro que en este caso, no con el auxilio de instrumentos sino de una teoría, es legítimo afirmar que en sentido amplio *se observan* planetas aunque desde un punto de vista estrictamente epistemológico no se observen.

Mencionemos un último ejemplo. Mientras Mendel efectuaba sus investigaciones genéticas, el médico y meteorólogo Francis Galton, primo de Darwin, diseñaba su famosa teoría de la herencia de sangre, según la cual las características a ser heredadas de una generación a otra están determinadas por la sangre de los individuos, y que todo cruzamiento supone una mezcla de sangre responsable de las características de la descendencia. Se comprende que una teoría como ésta admite algo parecido a una experiencia crucial. Un cruzamiento entre plantas de flores violetas y plantas de flores blancas originará, en la primera generación de descendientes, una población de plantas cuyas flores serán de color uniforme, tal como rosado. (En este caso habría que hablar de una "mezcla de savia".) Pero en las generaciones sucesivas, por cruzamiento de estos descendientes, ¿qué se observará? Los amantes del vino comprenderán: si se mezclan vino blanco y vino tinto en distintas proporciones se obtienen, con distintos matices, vinos rosados, de cuyas mezclas volverán a obtenerse nuevos rosados y así sucesivamente. En ningún caso cabe esperar que de la mez-

cla resulten nuevamente vino blanco puro o tinto puro. En la experiencia crucial, quien creyera en la teoría de Galton se vería obligado a admitir la imposibilidad de que periódicamente aparezcan en la descendencia individuos con las características puras anteriores (en nuestro símil, tintos o blancos en lugar de rosados). Pero las experiencias de Mendel con sus alverjillas muestran precisamente que tal cosa realmente acontece: si se cruzan plantas de flores púrpuras con otras de flores blancas se obtiene una primera generación de plantas cuyas flores son todas violetas, pero si ahora se cruzan todas éstas entre sí, ¿qué se obtendrá? No una segunda generación de plantas con flores todas violetas, sino, en sentido estadístico, una población de plantas con un cuarto de flores blancas y tres cuartos de flores violetas. La reaparición del blanco en la segunda generación muestra que la hipótesis de la mezcla ha quedado refutada y así lo pensó Mendel. Pero de acuerdo con la estrategia conservadora, se debería haber analizado previamente y con prudencia si los datos no se hallaban perturbados o si de la refutación no sería responsable alguna hipótesis auxiliar (por ejemplo, la supuesta inexistencia de insectos que pudieran afectar la polinización). En este último caso, la teoría de Galton se podría haber protegido mediante alguna hipótesis *ad hoc*. Pero ello no ocurrió y su teoría específica fue abandonada directamente, afirmándose la falsedad de la hipótesis fundamental de la herencia por mezcla de sangres.

Refutación e hipótesis subsidiarias

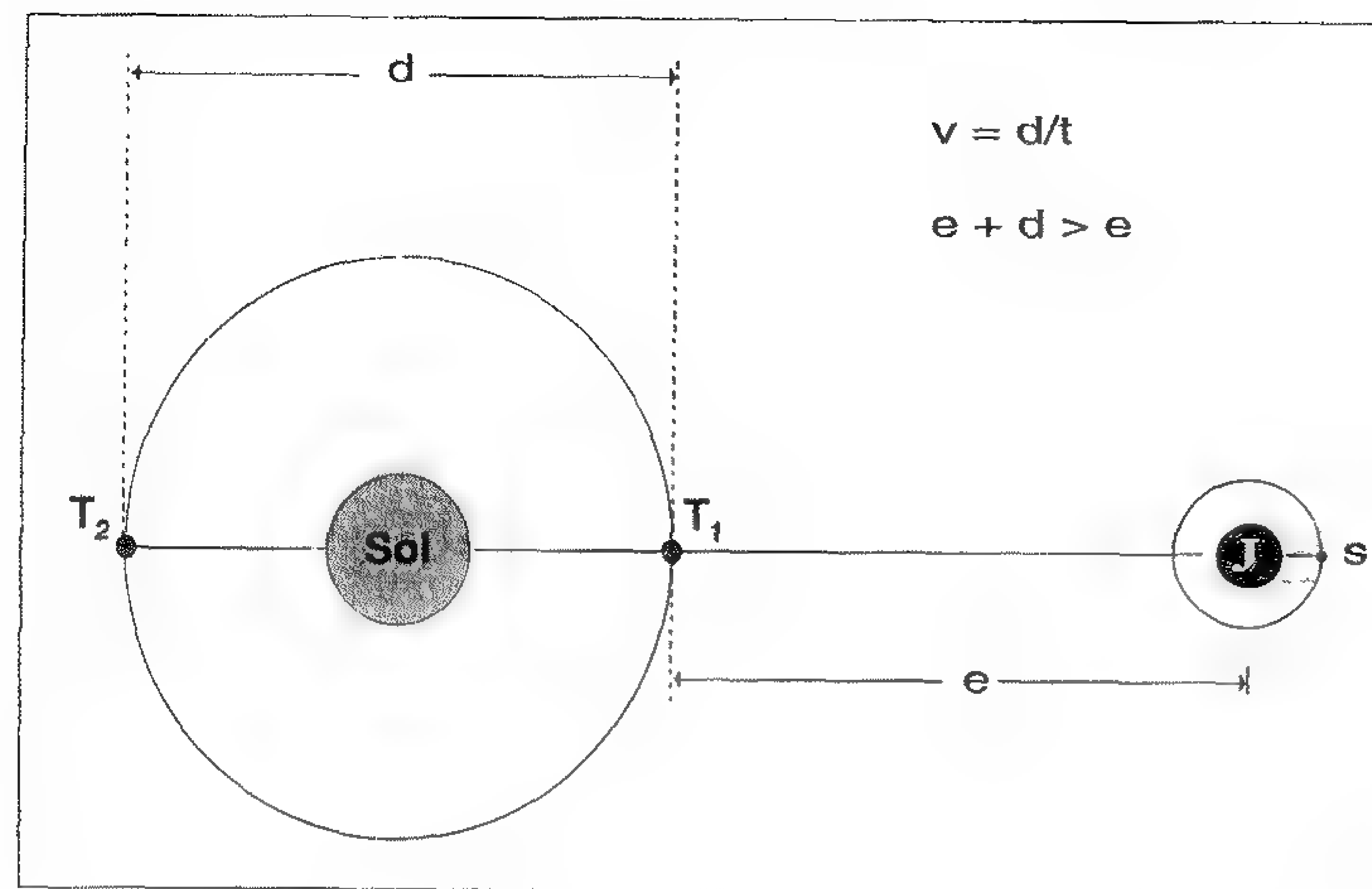
En nuestra estrategia conservadora, luego de examinar datos y consecuencias observacionales, y hecho lo propio con las hipótesis auxiliares, podría ocurrir que la premisa "culpable" siguiese sin ser detectada. Correspondería por tanto el análisis de las hipótesis subsidiarias, aquellas que informan sobre el tipo de material de trabajo elegido y que expresan nuestro conocimiento del mismo. En este ámbito, a diferencia de lo que acontece con las hipótesis auxiliares, es menos probable que encontremos al "culpable" porque las hipótesis subsidiarias tienen el apoyo de sus propias corroboraciones: expresan un conocimiento ya garantizado. Sin embargo, puede ser conveniente analizarlas antes de pasar a la siguiente y drástica etapa de cuestionamiento de la teoría específica, ya que la corroboración de las hipótesis subsidiarias, como sucede con todas las hipótesis, no significa que hayan sido verificadas. Pero no nos ocuparemos en detalle de esta posibilidad, porque no constituye un episodio típico de la estrategia conservadora.

Refutación y teorías presupuestas

Ante una refutación, si el científico no estuviera dispuesto (quizás en virtud de su buen olfato) a poner en duda datos, ni hipótesis auxiliares, ni subsidiarias, ni la propia teoría específica que está utilizando, podría proceder de un modo un tanto dramático: cuestionar las teorías presupuestas, es decir, el marco teórico dentro del cual ha tenido lugar toda la investigación. Que existen marcos teóricos que pueden ser pues-

tos en duda se comprueba cuando se considera la teoría de Mendel, a la que ya nos hemos referido muchas veces. Mendel trabajaba en un ámbito en el que daba por sentado mucho conocimiento presupuesto: la teoría celular, la teoría sexual de la reproducción de cierto tipo de plantas y animales, y muchas otras suposiciones biológicas generales acerca del origen de los seres vivos y su comportamiento. Podrían, en caso de refutaciones, ponerse en duda algunos de tales conocimientos presupuestos. En cierto modo, es lo que ocurrió con sus seguidores inmediatos. Cuando los biólogos se vieron forzados a aceptar que los genes, las unidades del mecanismo de la herencia, estaban localizados en los cromosomas, se sintieron obligados a admitir una nueva versión modificada de la teoría de Mendel. En tanto éste admitía que los genes asociados a características distintas se comportaban de manera independiente en el sentido de que en la descendencia uno de ellos podría estar presente y el otro no, ahora parecía claro que ello sólo sería posible si tales genes están localizados en cromosomas distintos. De otro modo, si esos genes están en un mismo cromosoma, no pueden separarse -no son independientes-, pues de acuerdo con la teoría celular vigente para ellos, los cromosomas no se alteran durante el proceso de reproducción. Estaríamos ante el caso de una hipótesis presupuesta (identificada por el caso del color de los ojos y el color del pelo en ciertos animales). Sin embargo, éste es el caso de una hipótesis biológica presupuesta que los mendelianos tuvieron que corregir a su tiempo. Cuando se produce el fenómeno de la meiosis, o sea, la formación de las células sexuales o gametas a partir de las células comunes, se sabe que los cromosomas, antes de separarse como ocurre en la división cariocinética ordinaria, se abrazan entre sí, se rompen y se recomponen mezclando sus fragmentos de una manera nueva. Esto muestra que, a veces, no es una teoría específica la que está equivocada, sino las presuposiciones del marco teórico que se han aceptado y que en el caso de la teoría de Mendel se vinculaba con la teoría de la reproducción de las células sexuales. En el caso de la teoría de Mendel, se vio claro que era posible (y conveniente), mantener la hipótesis de la independencia alterando el marco de las presuposiciones biológicas.

Otro ejemplo histórico lo proporciona la labor del astrónomo danés Olaf Römer, al cual se adjudica el mérito de haber estimado en 1676, por primera vez, la velocidad de la luz. Lo interesante es que el hallazgo provino del estudio de una anomalía en que la velocidad de la luz no parecía estar involucrada. Galileo había descubierto cuatro satélites de Júpiter en 1610 y su movimiento a la manera de un sistema solar alrededor del planeta. También sabía que los satélites sufren eclipses periódicos debidos a su ingreso en la sombra que proyecta Júpiter. Años después se observó, sin embargo, que en algunas épocas del año estos eclipses experimentaban retrasos con relación a los instantes en que se producían normalmente en el resto del año. Lo razonable no radicaba en este caso en la búsqueda de "culpables" en los datos observacionales, hipótesis auxiliares o teorías específicas que se estuvieran utilizando. Römer hizo entonces una suposición curiosa para la época. (Véase la figura de la página 236.) En el dibujo hemos representado, sin respetar las escalas, la posición de la Tierra girando alrededor del Sol en dos momentos distintos del año, separados por seis meses. En una de estas posiciones, T_1, la Tierra se halla a la mínima distancia de Júpiter, J, y en la otra, T_2, en oposición, alejada al máximo del planeta. Con la le-



tra *e* representamos la distancia de T_1 a Júpiter, uno de cuyos satélites, *s*, gira alrededor de él y periódicamente se eclipsa al ingresar en la sombra de Júpiter. La distancia *d* entre T_2 y T_1 corresponde al diámetro de la órbita terrestre, y es evidente que en la posición T_1 se recibe la señal del eclipse luego de que la luz ha recorrido la distancia *e*; en tanto que, para llegar a T_2, la luz debe recorrer la distancia $e+d$. Era un supuesto en la física astronómica de la antigüedad y hasta el siglo XVII que la velocidad de la luz es infinita, o sea que las señales luminosas se transmiten instantáneamente. (Galileo pensaba lo contrario, pero un experimento que realizó empleando lámparas y dos observadores dio resultado negativo debido a la elevada velocidad de lo que pretendía medir.) Ese presupuesto, el de la propagación luminosa instantánea, es el que puso en duda Römer, argumentando que, si la velocidad de la luz fuese elevada pero no infinita, la señal del eclipse tardará más en llegar cuando la Tierra se halle en T_2 que cuando se halle en T_1, sencillamente porque $e+d$ es mayor que *e*. Si se supone tal cosa, el retraso indica el valor del tiempo *t* que ha tardado la señal que proviene de Júpiter en recorrer la distancia *d*, el diámetro de la órbita terrestre, conocido en la época de Römer por consideraciones de carácter astronómico. La velocidad de la luz se obtendría por el cociente $v=d/t$, que resultó de unos 230 000 km/seg. (El valor hoy aceptado es de casi 300 000 km/seg.) Römer logró por tanto una explicación de la anomalía modificando el marco teórico presupuesto, en el que se admitía la propagación instantánea de la luz. De paso sea dicho, la figura simplifica más de la cuenta la complejidad de la cuestión, pues en realidad es necesario tomar posiciones T_1 y T_2 desde donde sea posible observar a Júpiter, ya que en una situación T_2 como la del dibujo la luminosidad del Sol impediría ver al planeta.

Cuando Einstein formuló su teoría general de la relatividad, abandonó la geometría euclideana y la reemplazó por una geometría no euclideana. Este tipo de acontecimiento *un tanto catastrófico y a la vez emocionante* se produce en nuestra estrategia conservadora cuando lo que hay que cambiar es nada menos que el marco teórico en el que nos hemos apoyado. Una de las características conmovedoras de la revolución relativista (y también de la que significó el ingreso a la física de la mecánica cuántica) es que se cambió la teoría específica pero también un marco teórico presupuesto. Pero quizá sea oportuno señalar también que, en el caso de la relatividad, la situación fue un poco más compleja, porque en realidad Einstein refundió la nueva teoría geométrica presupuesta, no euclideana, con los principios de su teoría física específica. En la relatividad general, geometría y física se ligan de tal modo que constituyen una sola teoría; y cuando Einstein formula su famosa frase "La geometría es física", está significando dos cosas: primero, que la geometría pasa a formar parte del cuerpo sistemático del saber físico y segundo, que las propiedades geométricas de los cuerpos son propiedades que dependen del comportamiento físico del universo y de los otros cuerpos que lo ocupan.

Refutación a la Popper y refutación por cansancio

A Popper no le parece exagerado emplear la estrategia revolucionaria, a la manera de aquel que exigía una revolución sociopolítica ante el extravío de su expediente o del capitán del barco que ordena hundirlo por inservible ya que se le ha encontrado una pasarela oxidada. Sin embargo, no es sencillo encontrar en la historia de la ciencia ejemplos célebres que muestren en la práctica el proceder revolucionario que exige Popper, aunque se los puede hallar en algunos episodios de la historia de la biología, como el señalado a propósito de la teoría de Galton.

Analicemos un episodio que ha investigado, entre otros, Thomas Kuhn. ¿En qué momento de la historia de la ciencia se consideró refutada la teoría geocéntrica de Ptolomeo? De hecho, lo que realmente ocurrió es lo siguiente: en relación con el estudio de las trayectorias planetarias (y la de Marte en particular), se sabía en el siglo XVI que no había concordancia entre lo que se podía predecir con los instrumentos matemáticos de Ptolomeo y las verdaderas trayectorias observadas en el cielo. Entre las hipótesis formuladas por los astrónomos ptolemaicos eran muy importantes las que exigían que los movimientos de los planetas fueran el resultado de componer movimientos circulares; en particular, se suponía que cada planeta giraba alrededor de una circunferencia (epiciclo) cuyo centro, a su vez, describía otra circunferencia (deferente) centrada en la Tierra. Había, además, toda otra serie de recursos geométricos destinados a hacer concordar las predicciones de la teoría con los datos de observación. Cada planeta, de acuerdo con la época del año, requería emplear un conjunto particular de epiciclos, deferentes y demás recursos. Que la teoría fallaba visiblemente quedó mostrado cuando el astrónomo danés Tico Brahe, en la segunda mitad del siglo XVI, realizó nuevas y muy precisas observaciones planetarias. Se presentaron entonces dos posibilidades: o pensar, como lo había hecho Copérnico y lo harían luego Galileo y Kepler, que estaba fallando la teoría geocéntrica, o bien que las hipótesis auxiliares acerca del número y tamaño de epiciclos y otros recursos pa-

ra la explicación eran insuficientes. Los ptolemaicos habían adoptado esta última tesitura durante muchos siglos, hasta que finalmente Kepler pudo explicar de modo muchísimo más sencillo, asignando a cada planeta una única trayectoria elíptica alrededor del Sol y formulando sus leyes de movimiento planetario, lo que no habían logrado los ptolemaicos por medio de la acumulación de hipótesis *ad hoc*, propuestas una tras otra ante cada discrepancia. Lo que resultó fue, entonces, la sustitución de la teoría específica, ptolemaica, por la nueva teoría heliocéntrica de Kepler.

En el ejemplo anterior, lo que ha ocurrido, para utilizar una frase de Kuhn, es que en algún momento la comunidad científica sintió una suerte de cansancio ante las repetidas fallas de la teoría ptolemaica y la reiterada necesidad de corregirla mediante nuevas hipótesis *ad hoc*. Fue esta suerte de hartazgo o sensación de escándalo la que obligó, ante estas continuas fallas, a cambiar de teoría. Por tanto, se puede decir que la teoría ptolemaica quedó refutada, no por sus consecuencias observacionales, sino por cansancio. La situación semeja a la del ama de casa a la cual se le rasga una colcha valiosa y la zurce poniendo un remiendo vistoso para disimular la rotura, luego hace lo mismo a la segunda rotura y así sucesivamente hasta que, a la sexta o séptima rotura, la colcha semeja una colección de parches, la señora empieza a sentirse avergonzada ante sus amigos y finalmente la arroja a la basura tras haber comprado una nueva. Popper, desde luego, hubiese recomendado al ama de casa este último proceder desde el mismo momento en que apareció la primera rotura.

La existencia de estos episodios en la historia modifica un tanto la concepción tradicional de la marcha de la ciencia. Ellos muestran que, aunque la experiencia sigue ejerciendo su papel de control y de provocar cambios, no siempre es una situación puramente lógica la que decide el cambio de teoría; puede ocurrir que ante dos alternativas, una teoría muy complicada que necesita corrección continua y otra más simple y expeditiva, se resuelva adoptar la segunda. Esto no impide, como lo señala Lakatos, que una teoría descartada en cierto momento por poco elegante o compleja no pueda reinstalarse luego, porque la que se adoptó acabó por mostrar con el tiempo sus limitaciones y dificultades. También es oportuno señalar aquí, para recordar las características del método hipotético deductivo, que actualmente no podríamos afirmar que Kepler tuviera razón en términos estrictos, ya que la mecánica newtoniana mostró después que, en realidad, el Sol y todos los planetas giran alrededor de un punto común, el centro de masa del conjunto de cuerpos. Esto ilustra, una vez más, dos características del método hipotético deductivo. La primera es que finalmente, entre dos teorías rivales, podría rigurosamente no ser adecuada ninguna; y la segunda, que a veces se discuten y formulan ciertas hipótesis sin que esté claramente establecido cuál es el alcance del significado de las palabras que se emplean. ¿Qué quiere decir que la Tierra gira alrededor del Sol? Todo movimiento presupone un sistema de referencia: desde la Tierra observamos girar al Sol, pero desde éste observaríamos girar a la Tierra. Si nos instalásemos en el centro de masa del sistema solar, veríamos a ambos, al Sol y a la Tierra, girar alrededor de nosotros. De hecho, la semántica de los términos científicos parece tener una fuerte influencia para saber de qué estamos hablando cuando enunciamos las hipótesis de una teoría.

Podemos concluir con una comparación final entre el método hipotético deductivo en versión simple, la que sostiene Popper en ciertos pasajes de su obra, y la concepción sofisticada o compleja, caracterizada por la estrategia conservadora, y a la que Popper parece adherir con más entusiasmo en otros fragmentos. En la versión simple se supone que una teoría científica es un conjunto de hipótesis que puede ser comparado, mediante relaciones deductivas, con lo que muestra la base empírica. Si no hay concordancia, la teoría queda descartada y no volverá a ingresar al ámbito científico. Ello provoca, a lo largo de la historia de la ciencia, el abandono continuo de teorías equivocadas y tal sería la clave del concepto de progreso científico. Cuando no se produce la refutación, la teoría queda corroborada y ello permite que se la mantenga y emplee, en forma provisoria, hasta que otras contrastaciones acaben por refutarla y deba ser abandonada. Por el contrario, el método hipotético deductivo en versión compleja concibe a una teoría científica como formando parte, según el contexto y las circunstancias, de una red de hipótesis vinculadas con el material de trabajo, con teorías presupuestas y con observaciones que pueden ponerse en duda y ser responsables de las refutaciones. La estrategia conservadora característica de esta versión del método aconseja en tal caso examinar las distintas hipótesis y observaciones presentes a la hora de contrastar o emplear la teoría que presenta dificultades, lo cual provoca un peculiar tipo de investigación en busca de premisas "culpables". Esto nos advierte que una teoría no se abandona en sí misma porque presenta refutaciones, ya que la responsabilidad podría recaer sobre hipótesis ajenas a ella o sobre las observaciones; y también que una teoría descartada en cierto momento puede volver a ser aceptada por la comunidad científica si se ponen en tela de juicio los datos que han servido para refutarla o las hipótesis auxiliares que han intervenido en la refutación. El cambio de teoría no es aquí un accidente abrupto como en el caso de la versión simple, en que una mera refutación anula el valor de una teoría, sino un proceso más complicado, que incluye componentes sociológicos. La comunidad científica puede sentirse fastidiada o insatisfecha por las repetidas anomalías que produce el uso de una teoría y por los continuos cambios de hipótesis auxiliares a que tal situación obliga. Entonces, por cansancio o por sensación de escándalo, se adopta una nueva teoría, de mayor eficacia explicativa y predictiva, y que por tanto no presenta las dificultades de la anterior. Nótese que, de cualquier manera, la experiencia conserva su papel de agente de cambio en la historia de la ciencia. Volveremos sobre el tema al discutir la posición de algunos de los llamados "nuevos epistemólogos", como Kuhn y Lakatos, y nuestro análisis servirá para discutir y reforzar, parcial o totalmente, este punto de vista.

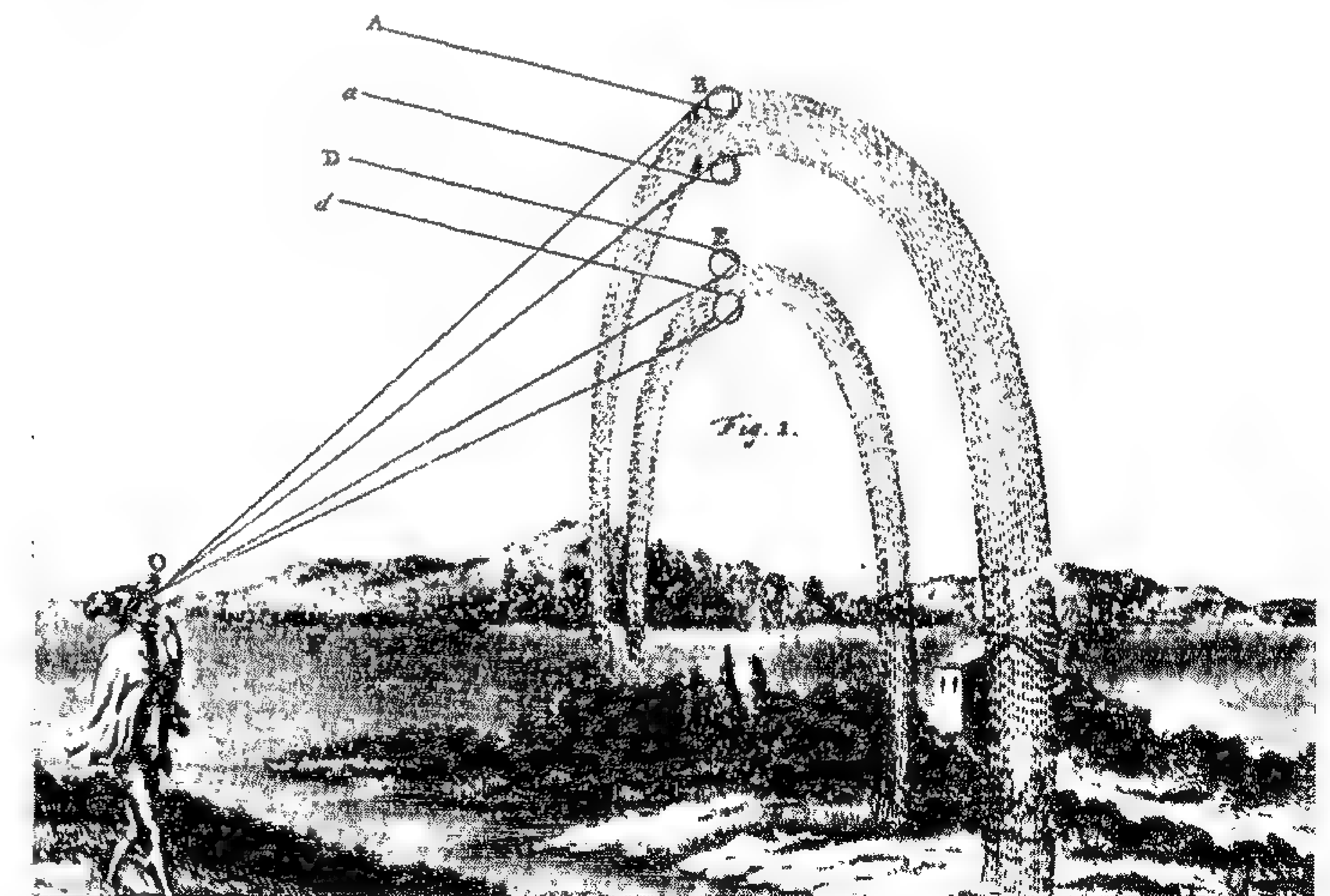
11

Problemas epistemológicos

La explicación científica.

Primera parte: el modelo nomológico deductivo

Para construir una explicación científica de carácter nomológico deductivo es necesario disponer a la vez de datos y leyes. En una obra de divulgación del siglo XVIII se explica, con el auxilio del grabado, la formación del arco iris, para lo cual el autor invoca ciertas leyes de la óptica y datos referidos a la presencia de gotas de agua en la atmósfera, la posición del Sol y del observador, etc.



El problema de la explicación

Si se lee la *Lógica de la investigación científica*, de Popper, se advertirá que el autor piensa que la motivación principal para la formulación de teorías científicas es la capacidad de éstas de explicar aquellos sucesos que intrigan a los científicos y que desearían comprender. Pero sorprende comprobar que, a medida que se avanza en la lectura del libro, el centro de gravedad de su epistemología y de su metodología se centra en la operación de contrastación y, en particular, en la de predicción. Los inductivistas, a su vez, parecen no ocuparse de la explicación ni prestar mucha atención a la predicción; proponen explorar las posibilidades y la utilización de un tipo de inferencia que permite obtener generalizaciones a partir de datos y muestras. Aunque de manera derivada, obtener una generalización a partir de casos permite hacer predicciones, o sea, obtener nuevos casos de la generalización inferida. ¿Cómo es posible que estos epistemológos pongan el centro de gravedad de la discusión en la predicción o en la inferencia inductiva y se diga, sin embargo, que una de las fuentes principales de la discusión epistemológica, si no la principal, es la explicación científica? Esta inquietud nos obliga a hacer una distinción preliminar entre tres operaciones esenciales de las que se ocupa la ciencia: *fundamentación*, *predicción* y *explicación*.

Fundamentar un enunciado es indicar las razones por las cuales se lo puede considerar verificado, aunque, desde luego, en virtud de las características del método hipotético deductivo, nos contentaríamos con decir que está "suficientemente corroborado". Para fundamentar un enunciado es necesario que no sepamos previamente que es verdadero; la fundamentación sería, precisamente, el procedimiento gracias al cual nos convenceríamos de que es así o, por lo menos, de que vale la pena considerarlo verdadero. En la predicción, que se refiere especialmente a consecuencias observacionales, la situación es similar: no se sabe si el enunciado es verdadero, pero la predicción ofrece elementos por los cuales nos disponemos a esperar, si se trata de una anticipación al futuro, que las cosas ocurrirán de la manera en que aquél lo describe. Si se entiende la predicción como un avance hacia lo que no es conocido, esperaríamos que aquello que afirma el enunciado sea verdadero. La predicción es más débil que la fundamentación, porque no da razones para la prueba de la verdad y ni siquiera equivale a una corroboración. Propone que prestemos atención a un posible acontecimiento, pero tenemos que realizar tareas independientes para verificar y establecer que lo que se ha predicho se ha cumplido, cosa que la fundamentación no exige. De modo que la fundamentación difiere de la predicción porque lo que se fundamenta se ha admitido como conocimiento, mientras que lo que se predice tendrá que ser previamente corroborado, por medios independientes, y aquí la observación desempeña un papel esencial. En la explicación, la situación es diferente. Si se quiere explicar algo, se sabe que ya ha ocurrido. Si nos resulta sorprendente que todos los objetos caen en la superficie de la Tierra y en el vacío con igual aceleración, el problema no radica en determinar si ello es cierto o no, pues ya está admitido como cierto; lo que ocurre es que sorprende porque es antiintuitivo y parece no ser inteligible, aunque debamos admitir que efectivamente ocurre. Si se nos pide una explicación de esta situación, lo que haríamos es tra-

tar de demostrar que ella se deduce de las leyes de movimiento de Newton y de la ley de gravitación universal, y entonces, si así lo hacemos, de pronto el hecho que era intrigante e incomprensible ahora aparece claro y razonable. ¿Qué proporciona entonces una explicación científica? Proporciona razones para que aquello que parecía intrigante, una vez explicado, deje de serlo y se transforme en un hecho natural que debió haber ocurrido así y no de otra manera. Toda tentativa de explicación parece estar conectada con esta idea, si bien, como en seguida veremos, no parece referirse a un único tipo de procedimiento metodológico porque existen distintos modelos de explicación científica.

La palabra "explicación" se emplea con distintos sentidos y será necesario discriminar entre el que acabamos de presentar y algunos otros que aparecen en la práctica. Un primer significado, más útil de lo que parece pero distinto del anterior, consiste en *dar reglas de acción*. Consideremos el siguiente ejemplo. *A* le dice a *B*: "Explíqueme qué tengo que hacer para poder andar en bicicleta". Es evidente que la explicación no involucrará ninguna teoría ni cuerpo de hipótesis, sino una serie de indicaciones acerca de cómo hay que disponer el cuerpo, presionar los pedales, tomarse de los manubrios, etcétera, porque, de otra manera, en lugar de andar en la bicicleta nos caeríamos de ella. Este sentido pragmático de la palabra "explicación" no tiene nada que ver con el que nos interesa y al cual se refieren algunos inductivistas y Popper en la discusión que desarrollaremos a continuación. Otra manera de entender la palabra explicación es *dar el significado de una palabra*. Si alguien nos dice: "Explíqueme qué es la eclíptica", replicaremos más o menos lo siguiente: "La eclíptica es la curva descrita por el Sol en la esfera celeste a lo largo de un año". En este caso ofrecemos el significado de la palabra "eclíptica". Un diccionario de la lengua, en muchas ocasiones, hace precisamente eso: explica el significado de una palabra diciendo cuál es su uso o aplicación.

La explicación científica

La explicación científica es aquella por medio de la cual se intenta, ante un enunciado verdadero, dar las razones que llevaron a que se produzca el hecho descrito por dicho enunciado. Ello se hará utilizando leyes y datos, pero, si se quiere explicar el hecho descrito por el enunciado, el hecho *tiene que haber ocurrido*: el enunciado debe ser verdadero. No se piden explicaciones de lo que es manifiestamente falso. Si pidiésemos explicar por qué el polo Norte se encuentra a 30° de latitud Sur, se nos dirá seguramente algo así como: "Aquí no hay nada que explicar, porque el polo Norte no se halla a esa latitud". Sin embargo, hay un sentido específico en que sería posible hablar de la "explicación de una falsedad". Cuando se emplea el método hipotético deductivo, se considera transitoriamente que un enunciado es verdadero y, mientras no se lo pueda refutar, tiene sentido pedir por su explicación. Pero finalmente puede ocurrir que la hipótesis pierda su aceptabilidad y, a partir del momento en que se ha comprobado su falsedad, las explicaciones que pudieron haberse dado de ella se convierten en despropósitos: realmente no había nada que explicar. Desde el punto de vista de la teoría de la relatividad es absurdo pedir la explicación del comportamiento del éter, porque el éter, según la física relativista, sencillamente no existe.

Las explicaciones se piden no acerca de cosas sino de hechos o estados de cosas descritos por enunciados. No tiene sentido que pidamos a alguien: "Explíqueme el azul" o "Explíqueme la ciudad de Córdoba". Distinto sería solicitar explicaciones acerca de por qué uno de los colores del espectro es el azul o por qué existe la ciudad de Córdoba. A veces los ejemplos parecen indicar lo contrario, como cuando un chico le dice a su padre que le explique el arco iris, pero en realidad lo que el chico espera es que se explique por qué acaece un fenómeno tan curioso, y ello sí se puede explicar invocando ciertas leyes de la óptica y razones circunstanciales, tales como la presencia de gotas de agua en la atmósfera, que intervienen en la producción del fenómeno. De modo que, de ahora en adelante, cuando hablemos de explicación nos referiremos a la explicación de hechos (singulares o generales), descritos por enunciados verdaderos o aceptados hipotéticamente como tales. Si no se cumplen estas condiciones, no tiene sentido pedir explicaciones científicas.

La explicación nomológico deductiva

Hay un modelo o concepción de la explicación científica que constituye el prototipo de lo que alguna vez se creyó que era el único concebible: la explicación *nomológico deductiva* o explicación por leyes. El modelo presupone: a) que una explicación es siempre una deducción; b) que lo que se deduce es la proposición que expresa el hecho que se quiere explicar; y c) que entre las premisas empleadas para la deducción deben figurar leyes. Es conocido también como "modelo de Carl Hempel" de explicación, porque dicho epistemólogo fue uno de los primeros en proponerlo, si bien Popper reclamó luego la prioridad de la idea. (Efectivamente, hay artículos de Popper sobre este tema anteriores a los de Hempel.) Pero a su vez otro epistemólogo, John Hospers, demostró que en algunos trabajos preliminares a los de Popper también había desarrollado el mismo enfoque. En justicia, estaríamos en presencia de un modelo de Hospers-Hempel-Popper, lo cual suena a motocicleta, pero, dado que Hempel ha sido el más hábil gerente de relaciones públicas de la idea, identificaremos el modelo exclusivamente con su nombre.

¿Por qué este modelo de explicación se llama *nomológico* y *deductivo*? La palabra *nomos*, que en su origen significa "ley" tanto en sentido jurídico como científico, indica que queremos explicar los sucesos de la naturaleza (o incluso los sociales) mediante regularidades que necesariamente, y no en forma contingente o casual, tienen que acaecer. No discutiremos aquí el sentido de la palabra "necesidad", que los lógicos intentan elucidar en la disciplina llamada "lógica modal". En la deducción aparecen los ya mencionados enunciados con forma de ley (llamados por ello legaliformes), generalizaciones sujetas a ciertas condiciones especiales que no discutiremos por cuanto ni los propios lógicos se han puesto de acuerdo acerca de cuáles han de ser aquéllas. En opinión de quien esto escribe no es del todo importante efectuar la distinción entre generalizaciones que podrían ser leyes y otras que podrían no serlo, pero hay notables epistemólogos como nuestro colega Eduardo Flichman que pien-

san exactamente lo contrario. El modelo se llama deductivo, además, por la razón obvia de que, según hemos dicho, una explicación es una deducción.

La explicación de leyes

En esta concepción no es posible explicar hechos sólo a partir de otros hechos; estos últimos resultan útiles porque hay alguna ley o regularidad que vincula el tipo de hechos que se utilizan en la explicación con el hecho que se quiere explicar. Pero es necesario efectuar una aclaración. Lo que se quiere explicar no tiene por qué ser, realmente, un hecho singular. En este libro hemos empleado la palabra *hecho* para indicar algo que sucede, pero lo que sucede puede ser de naturaleza singular o general. En el segundo caso, intentaríamos explicar leyes, como la ley de Galileo de caída de los cuerpos o las leyes planetarias de Kepler. La deducción que permite explicar una de estas leyes consistiría en tomar como premisas una o varias teorías, en este caso la de Newton, y deducir la ley en cuestión.

De acuerdo con lo anterior, la explicación de leyes resulta ser, en principio, algo muy sencillo. Hay que disponer de una teoría lo suficientemente amplia como para que aquello que queremos explicar aparezca como hipótesis derivada, una situación que se da con mucha frecuencia y que le permite decir a Popper, precisamente, que la explicación es el motor por el cual se construyen las teorías científicas y se usan para deducir aquello que queremos comprender. Pues, cuando se pide la explicación de una ley, pueden pasar dos cosas: a) que exista la teoría que permita construir esta derivación, o b) que no exista y sea necesario inventarla para que pueda servir de explicación. Claro que si esto se hace, en razón de ciertas condiciones que vamos a imponer a las explicaciones y para no admitir cualquier especulación como teoría explicativa, es necesario que se trate de una "buena" teoría. Si ya existe, basta con ponerla en evidencia; pero, si la creamos a tal efecto, habrá que someterla a contrastaciones muy severas antes de que podamos decir con propiedad que realmente sirve a los efectos de producir una explicación. Si la nueva teoría no ha pasado todavía por tales pruebas de eficacia, a lo sumo podrá decirse, utilizando una nomenclatura que después aclararemos, que estamos ante una *explicación potencial*. Lo que aquí deseamos señalar, una vez más, es que uno de los motores de la historia de la ciencia, que origina la aparición de nuevas teorías en reemplazo de otras (produciendo el notable fenómeno llamado "cambio de teorías"), es la situación en la cual las teorías vigentes no logran explicar nuevos hechos intrigantes y entonces es necesario inventar teorías novedosas para que ello acontezca.

La importancia de la explicación de leyes es, pues, que su búsqueda es uno de los procedimientos mediante los cuales los científicos se ven obligados a hacer nuevas construcciones teóricas cuando las existentes resultan insuficientes para este propósito. No es nuestra intención sostener que éste es el único motor de la aparición de teorías científicas y del cambio de teorías, pero hay suficiente cantidad de ejemplos en muchas disciplinas para mostrar que se trata de un factor de primer orden. Frente a este problema, se nos ocurren varias reflexiones. La primera es que toda explicación es tan provisoria como la teoría misma que se usa en ella. En

realidad, la explicación de Newton de las leyes de Kepler fue realizada utilizando la teoría de aquél y resultó ser una buena explicación mientras se aceptó dicho marco teórico. Pero luego resultó que no es así, simplemente porque dicha teoría, al parecer, no era verdadera. Para explicar las leyes de Kepler necesitaríamos hoy utilizar la teoría de la relatividad, salvo que sigamos usando la de Newton por razones prácticas. En segundo lugar, en la mayoría de los casos se dispone, para una determinada área científica y en determinado momento histórico, de teorías alternativas que podrían servir para la explicación de una misma ley, y en tal caso contaríamos con igual número de explicaciones alternativas. Por último, cuando una teoría muere, mueren con ella todas las explicaciones a las que daba lugar. Por consiguiente, aquellas leyes que habían sido explicadas por la otrora lozana teoría exigen nuevamente el ser explicadas por las nuevas teorías que vienen a reemplazar a la difunta.

La explicación de hechos

Curiosamente, parece ser algo más complicada la cuestión de la explicación, no de una ley, sino de un hecho singular. Un hecho singular puede corresponder a lo que le ocurre a un determinado individuo o a varios individuos que guardan entre sí cierta relación, puede tratarse de un suceso o evento localizado en algún lugar del universo, o puede, incluso, referirse a una muestra de individuos o acontecimientos con una cierta característica regular que desearíamos explicar. De todas maneras, una muestra es finita y la enumeración de lo que sucede con ella se puede efectuar mediante una sola proposición que describe el estado de cosas.

¿En qué consiste la explicación de un hecho singular? En su libro *La explicación científica*, Hempel ofrece un ejemplo debido al filósofo y pedagogo estadounidense John Dewey. Afirma éste que cierta vez se hallaba lavando platos y vasos, cuando advirtió un curioso fenómeno. Al colocar boca abajo los vasos humedecidos con agua jabonosa caliente sobre una plancha, aparecían pompas de jabón en los bordes; éstas crecían en diámetro hasta llegar a un tamaño máximo y luego decrecían hasta desaparecer. Dewey, que era hombre de ciencia, halló una explicación del fenómeno y la expuso en su libro *Cómo pensamos*. Según Hempel, la explicación consistía en lo siguiente:

> Al trasladar los vasos a la plancha, entraba aire frío en ellos; el aire era calentado de modo gradual por el vidrio, que tenía inicialmente la temperatura del agua caliente jabonosa. Esto daba origen a un aumento del volumen del aire contenido en el vaso y, de este modo, a la dilatación de la película de jabón formada entre la plancha y los bordes de los vasos. Pero luego el vidrio se enfriaba gradualmente, al igual que el aire contenido en su interior, como resultado de lo cual las pompas de jabón retrocedían.*

* C. G. Hempel, *La explicación científica*, Buenos Aires, Paidós, 1979.

Aquí contamos con varios datos: se calentaron los vasos con agua caliente, se los puso boca abajo sobre la plancha, el agua era agua jabonosa. Además, hay varias leyes implícitas en el razonamiento: al poner en contacto los vasos con agua caliente, por la ley de transmisión del calor (el calor se transmite de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura) el vaso se calentó y, por razones análogas, al ser colocado boca abajo se calentó el aire encerrado en el vaso. También se aplica la ley de dilatación de los gases: cuando los gases son calentados a una presión constante aumentan de volumen; como el vaso es rígido, al gas no le queda más remedio que salir por el borde, pero, como en el borde se ha formado una película de agua jabonosa, el gas debe empujarla. Por leyes de la tensión superficial, ello produjo una pompa de jabón que llegó a su tamaño máximo cuando el volumen de aire en el vaso alcanzó su mayor valor; pero, como el vaso se hallaba a temperatura mayor que la temperatura ambiente, se fue enfriando (como exige la ley de transmisión del calor) y lo propio ocurrió con el aire encerrado. Por la ley de dilatación de los gases, la masa gaseosa se contrajo hasta su tamaño inicial y la pompa acabó por desaparecer. Por consiguiente, las leyes que parecen haberse empleado para construir la explicación, sin las cuales ésta hubiese sido imposible, son la ley de transmisión del calor, la de dilatación de los gases y ciertas leyes de la tensión superficial.

Está claro que la explicación de Dewey vuelve perfectamente comprensible lo sucedido, con lo cual desaparece todo lo intrigante que aparentaba poseer el hecho. Podemos ver en el ejemplo que la explicación es una deducción cuya conclusión describe el hecho intrigante y cuyas premisas son ciertos datos y ciertas leyes. Simbólicamente, la explicación nomológico deductiva adoptaría esta forma:

$$\frac{\begin{array}{l} D_1, D_2, \ldots D_n \\ L_1, L_2, \ldots L_k \end{array}}{E}$$

donde hay dos tipos de premisas: los datos o condiciones iniciales de la situación, D_1, D_2..., D_n, y ciertas leyes, L_1, L_2..., L_k, premisas de las cuales se deduce E, el enunciado que describe el hecho intrigante que se quiere explicar.

Para explicar el hecho son necesarios a la vez datos y leyes. Las leyes por sí solas no permiten deducir aspectos fácticos singulares; podemos conocer todas las leyes físicas y astronómicas, pero si no sabemos que existen el Sol y los planetas, cómo son sus órbitas, sus masas y sus distancias mutuas, no es posible deducir la ocurrencia de un eclipse en un determinado momento. A la inversa, aunque conozcamos estos datos, si no disponemos de un elenco de tales leyes tampoco será posible realizar la deducción. Esta combinación de informaciones fácticas y de un cierto marco teórico adecuado al tipo de fenómeno que se desea explicar es esencial para que podamos hablar de una explicación nomológico deductiva.

Tal como Hempel acostumbra a entender este modelo de explicación científica, las premisas-leyes no podrían ser cualquier tipo de enunciados generales, sino lo que él denomina "leyes abarcantes" (*covering laws*), capaces de conectar la clase de sucesos acerca de los cuales informan las premisas-datos con acontecimientos como el

que figura en la conclusión, el que se intenta explicar. De hecho, como en seguida veremos, la concepción de Hempel así expuesta es un tanto estrecha y habría que reemplazar las premisas-leyes por teorías científicas, es decir, conjuntos de enunciados que tienen propósitos explicativos. Hempel parece olvidar que las teorías pueden estar compuestas por hipótesis de muy distinta categoría, tanto por contener o no términos teóricos como por tener o no una complicada estructura en cuanto a los cuantificadores lógicos que emplean. Quizá haya sido un poco víctima de un prejuicio implícito en su concepción, según el cual en la explicación tiene que haber, metafóricamente hablando, algo así como un intermediario, una especie de enzima metodológica que permitiera producir la reacción deductiva que lleve de los datos al acontecimiento que se desea explicar. También Popper y muchos otros epistemólogos manifiestan el prejuicio de que las hipótesis fundamentales de una teoría tienen que ser leyes universales, es decir, generalizaciones que comienzan con cuantificadores del tipo "todos", "cualquiera", "siempre", o sea que efectúan afirmaciones dentro de cierto dominio sin admitir excepción. Hoy en día somos bastante más elásticos respecto de lo que admitimos como "principio" de una teoría y nadie se sorprende de que en ella convivan alegre y eficazmente enunciados existenciales con enunciados universales. Se ha señalado muchas veces que la estructura de lo que llamamos "ley científica" es mucho más complicada de lo que aparenta: leyes como las de Boyle-Mariotte, que afirma que el producto de la presión por el volumen de una dada masa de gas, a una temperatura constante, es invariante, puede llevar a formulaciones en las que figuren enunciados existenciales. Por consiguiente, si se desea un mediador teórico que pueda ligar los datos pertinentes para una explicación con el enunciado explicado, puede pensarse que esto es logrado, no solamente por los enunciados que Hempel denomina "abarcantes", los que ligan ciertos tipos de sucesos con otros tipos de sucesos, sino por teorías enteras. Si tenemos que explicar por qué se produjo una colisión, es probable que hagamos uso de una teoría mecánica en la que figuran enunciados muy complicados y no meras generalizaciones en un sentido ortodoxo. Por esto es que Popper, en su forma de entender la teoría de la explicación científica, diseña lo que en realidad es un modelo algo más amplio que el de Hempel, porque admite que entre las premisas figuren teorías por entero y no solamente enunciados universales que correlacionan los tipos de eventos en los cuales Hempel piensa.

Más allá de estas polémicas, la idea que se sostiene es la misma: no se pueden explicar sucesos describiendo meramente enunciados singulares. El que explica, explícita o implícitamente, tiene que hacer referencia a conocimiento teórico, ya sea porque éste implique regularidades, ya sea porque construya un modelo general del funcionamiento del universo o de un sector de la realidad. De hecho, a veces, como lo señala el mismo Hempel en su artículo "Aspectos de la explicación científica", al pedir por la explicación de un hecho a un científico, éste contesta: "Esto sucedió porque...", y hace una enumeración de sucesos anteriores. Un historiador puede dar una respuesta similar y decir: "Esta revolución ocurrió porque en ese momento y lugar había tales tensiones sociales, tales aumentos en los precios y tal asesinato de un líder popular". Parecería en estos ejemplos que el sentido de lo que ha ocurrido y que queremos comprender se lo otorgan ciertos acontecimientos. Pero ésta es una ilu-

sión, porque quien argumenta así oculta dos posibles tipos de propósitos. Podría suceder que las leyes que vinculan los datos explicadores con el suceso que queremos explicar sean tan obvias y conocidas que no haga falta expresarlas explícitamente. Si se encuentra a un hombre muerto en el suelo y con una copa con un líquido sospechoso a su lado, un detective podría dar las siguiente explicación del suceso: "Este hombre murió por beber este tóxico". En semejante explicación hay cierto tipo de conocimiento implícito acerca del efecto que produce la ingestión de tales o cuales sustancias en el organismo humano. Cuando hay que discutir si una explicación es o no legítima, es necesario analizar la validez de las leyes que están en cuestión y podríamos cuestionarla, por ejemplo, mostrando que los datos empleados en la explicación no tienen la conexión supuesta con el suceso a explicar.

Otro propósito que podría llevar a un científico a hablar del modo anterior es que supone (sin poder especificarla) la existencia de alguna conexión legal que le permitiría justificar la vinculación entre los datos y el suceso a explicar. Desde el punto de vista lógico, esta afirmación es mucho más complicada de lo que parece, porque, en primer lugar, se hace presente un enunciado existencial (que afirma la existencia de la conexión), sospechoso desde el punto de vista científico. En un capítulo anterior hemos señalado la particular inquina que manifiesta Popper hacia ese tipo de enunciados, porque de cualquiera de ellos parecería no poder deducirse, al menos aisladamente, una consecuencia observacional. Por consiguiente, aunque hagamos una afirmación de existencia y no encontremos entre todos los ejemplos conocidos hasta el momento ninguno favorable, no estaremos conclusivamente en presencia de su refutación: la existencia afirmada puede hacerse presente en ejemplos potenciales no conocidos hasta el momento. De ser así, un enunciado existencial, pese a su apariencia científica, no lo sería tanto en virtud del criterio de demarcación de Popper, porque *no tendría refutabilidad en principio*, es decir, no habría manera de someterlo a contrastación. Se puede, sin embargo, criticar la posición popperiana por el hecho de que los enunciados existenciales, aunque en verdad no son contrastables por sí solos, pueden formar parte de un conjunto de hipótesis sí contrastables cuando se reúnen con otros enunciados generales. (El lector debe recordar el ejemplo de la teoría de los grupos, citado en el Capítulo 4.) La contrastabilidad es, más bien, asunto de las teorías por entero; de modo que es perfectamente posible que una teoría contenga enunciados existenciales y cumpla, sin embargo, el requisito de cientificidad exigido por Popper. Lo cierto es que, en verdad, ante un enunciado existencial hay que ponerse en guardia, pues podría tratarse de un "inmigrante sospechoso" al mundo de las hipótesis y suposiciones científicas; y, por consiguiente, el decir: "Existe potencialmente alguna ley que permitiría explicar el hecho que nos intriga por su conexión con tales o cuales datos", plantea la dificultad de si la afirmación realmente merece tenerse en cuenta o, simplemente, expresa la confianza y esperanza en el progreso de la ciencia por parte de quien habla. En este último caso, se estaría vaticinando que, en algún momento de la historia, se hallará la teoría adecuada para, no solamente dar una explicación, sino proporcionarla a partir de esos datos.

El lector tiene que advertir la importancia epistemológica implícita en el modelo que hemos propuesto, porque se desprende de esta concepción que la explicación científica no es posible si no se dispone de teorías. Esto plantea cierta repulsa para

algunas personas poseedoras de lo que podría llamarse un temperamento práctico. Ellas podrían afirmar que en la práctica cotidiana o tecnológica estamos ante hechos singulares y concretos, y que la comprensión de lo que sucede depende, simplemente, de entender cuál es el contexto en que el hecho ha ocurrido y cuáles son los hechos anteriores que de alguna manera constituyen la cadena histórica de acontecimientos pertinentes para el caso. Quienes hayan pasado por una etapa pragmática o dialéctica en su concepción acerca de la práctica, pueden encontrar, a veces, dificultades en admitir que la teoría es un ingrediente indispensable para obrar en el campo de los acontecimientos cotidianos o de las acciones, cualesquiera sea su naturaleza, práctica, tecnológica o clínica. En el modelo nomológico deductivo se afirma que sin marcos teóricos y sin leyes no es posible construir explicaciones, y que, aunque nuestro interés primordial radique en la práctica, no podremos entender lo que hacemos y por qué las cosas suceden como lo hacen sin disponer de un arsenal de teorías y de sistemas conceptuales que permitan conectar unos hechos con otros. Si a ello se suma la concepción hipotético deductiva en relación con la predicción, que requiere teorías y datos a la vez, se desprendería que ni explicar ni predecir sería posible sin el concurso de marcos teóricos, de hipótesis convenientemente sistematizadas. Por cierto, esto no es novedoso en el campo de las ciencias naturales y especialmente en el de la física. Es un tanto menos obvio en el ámbito de la biología donde, quizá por la aparente ilusión de que el clasificar no implica teoría, podría concluirse que, cuando el biólogo practica taxonomía o estudia un determinado hábitat, no emplea de hecho marcos teóricos. Sin embargo, tal pretensión es falaz. Hoy se sabe muy bien que cualquier sistema de clasificación implica, en algún sentido, hipótesis y teorías, y que éstas guían la elaboración de los principios empleados al realizar tal operación.

En el campo de las ciencias sociales, las afirmaciones de Hempel han causado muchos rechazos. A veces el historiador no entiende por qué, para explicar la ocurrencia de un determinado suceso histórico, sea necesario disponer de teorías. Más bien tiende a pensar que la comprensión de un hecho histórico supone la simple contemplación de un encadenamiento de hechos anteriores que desembocó en aquél. Una manera de comprender explicativamente la Revolución Francesa, según esta tesis, sería describir todos los hechos sociales y económicos, de carácter singular, que acontecieron en Francia desde el preciso momento en que se descubrió que las arcas de la tesorería estaban en cero. (Lo cual indica una situación más favorable que la nuestra, con un haber negativo representado por la deuda externa.) De este modo, diría el historiador, la comprensión de la Revolución Francesa se satisfaría por la descripción de un sistema de hechos. ¿Dónde está aquí la teoría? Hempel respondería, con razón, que los hechos que suceden en un proceso histórico son, si no infinitos, descomunalmente numerosos, y una descripción o encadenamiento de sucesos que desemboquen en lo que queremos explicar sería el resultado de una selección que hace el historiador porque le parece que ellos (y no otros) son pertinentes para la explicación. Pero, ¿de dónde procede tal pertinencia, si no de una conexión que involucra leyes históricas, sociales, de la conducta humana, económicas o de otra naturaleza? Si tales leyes fueran convenientemente expuestas en forma explícita mostrarían la existencia de teorías sociológicas, psicológicas, psicosociales y econó-

micas que, como afirmábamos anteriormente, aceptamos de modo implícito y a veces sin ser siquiera conscientes de su utilización*.

De esta manera de pensar acerca de la explicación científica resulta que la capacidad de contar con hombres de la comunidad científica o del ámbito cultural capaces de proporcionar explicaciones y entendimiento de los sucesos, está estrechamente vinculada con la creación y utilización de teorías. Si no se poseen teorías y leyes, el científico es un ciego con respecto a la variedad de los fenómenos que lo rodean, y aun el pragmático, amante de la práctica, no sería más que un hombre que elige al azar cadenas de acontecimientos para predecir, por mero pálpito, que algo sucederá, pero sin tener razones que avalen su expectativa más allá de sus deseos y prejuicios.

Notas sobre el modelo nomológico deductivo

Hempel piensa que para que su modelo opere correctamente deben cumplirse ciertas condiciones. Una de ellas es que el razonamiento que involucra no constituya un círculo vicioso o una petición de principio: no se debe construir una explicación utilizando en forma explícita o casi explícita, en las premisas, el enunciado que se quiere explicar.

Exige, además, que todos los enunciados que figuran en la deducción, las premisas-datos y las premisas-leyes, sean verdaderos. Respecto de la conclusión no hay dudas, porque es condición primordial para una explicación que el hecho a ser explicado haya ocurrido. Con relación a las premisas-datos la exigencia parece razonable, pues se supone que tales enunciados han sido verificados. Si queremos explicar la abdicación de Napoleón luego de Waterloo, y alguien dijera que renunció porque había instalado una gran empresa comercial y deseaba dedicarse exclusivamente a su administración, replicaríamos que tales enunciados son históricamente falsos y no pueden por tanto formar parte de los datos de una explicación. Pero es controvertible la exigencia de que las premisas-leyes sean verdaderas, pues ya hemos discutido sobradamente las dificultades que plantea tal pretensión para el método hipotético deductivo y, en general, para la concepción que actualmente se tiene de la ciencia. La opinión de Hempel, para no crear una situación incompatible con el método hipotético deductivo, es que el científico formula la hipótesis de que está ante una verdadera explicación. Pero observemos que éste es el tipo de hipótesis para el cual nunca sería posible la verificación, salvo extrañas excepciones como las que mencionamos a propósito de las experiencias cruciales. En una palabra, nunca estaríamos seguros de hallarnos ante una verdadera explicación.

Mejor nos parece la idea de Popper (que implícitamente hemos aceptado cuando hablamos del caso de las explicaciones de leyes), según la cual, en la explicación científica, aun con el esquema de Hempel, lo que se pide de las premisas-leyes es que sean integrantes de una "buena" teoría. Ya sabemos que, para Popper, la "bondad" de una teoría se vincula con el grado de aceptabilidad que la comunidad científica le ha dispensado, después de intentos de refutación, de muchas experiencias de contrastación, de una gran cantidad de resultados corroborativos y ninguno refutativo. Por consiguiente, una explicación no tendría carácter hipotético, sino que sería una explicación lisa y llana, a condición de que se empleen premisas-datos verdaderas y un buen marco teórico en el sentido en que lo entiende el método hipotético deductivo. No cabe duda de que, en general, esto es lo que hacemos frente a un fenómeno físico, como la caída de un objeto determinado, cuando queremos explicarlo en forma explícita: indicamos cuál era su posición primitiva, su falta de sustentación y además la ley de caída de los cuerpos. Indiscutiblemente, esta ley tiene un *status* de hipótesis notablemente corroborada, muy apoyada por los hechos y nunca refutada, aunque no podamos afirmar de ella que esté verificada. De modo que lo que ofrecemos como explicación es, en realidad, una ubicación del suceso frente a otros sucesos y a un marco teórico que, como ya hemos dicho sobradamente, es provisorio aunque goce de gran predicamento por su excelencia.

La estructura lógica del esquema de explicación que propone Hempel es muy semejante a la que corresponde al método hipotético deductivo y esto lo lleva a proponer lo que denomina el "principio de simetría entre explicación y predicción". Si se hace una predicción y ésta se cumple, entonces, automáticamente, se transforma en explicación. Por ejemplo, podemos predecir un eclipse de Luna utilizando datos astronómicos y leyes de la mecánica celeste, y la predicción consiste en deducir de tales datos y leyes la ocurrencia del fenómeno en determinado momento y lugar. Si esto acontece y alguien demandara la explicación del fenómeno observado, se le respondería invocando exactamente los mismos datos y leyes. En una palabra, la estructura lógica del razonamiento sería análoga en ambos casos, si bien lo que anteriormente era la predicción de un hecho no observado se ha convertido ahora en la explicación de un hecho que sí ha sido observado. A la inversa, si estamos ante una explicación correcta de un hecho observado, sabemos que los mismos datos y leyes hubiesen servido para predecirlo en caso de que la observación no hubiese acontecido. La diferencia entre explicación y predicción no radica por tanto en su estructura lógica, sino en que en el primer caso sabemos que la conclusión es verdadera mientras que en el segundo no lo sabemos, y al predecir ganamos un presunto conocimiento fundado en datos y leyes, pretensión que sólo se justifica si la predicción se cumple. Aunque desde el punto de vista del conocimiento se trata de situaciones distintas, éstas manifiestan cierta simetría, como la que guardan entre sí un objeto y su imagen en el espejo.

Predicción y profecía

En el lenguaje cotidiano, no estaríamos dispuestos a denominar explicación y predicción a las deducciones de las características que hemos descrito. Diríamos que la explicación consiste en las premisas que se han utilizado para entender por qué el hecho ha ocurrido, mientras que la predicción parece, más bien, estar ligada al enunciado que se deduce de las premisas. Si hablamos de predecir un eclipse, nos

* Estas leyes podrían ser universales o bien estadísticas. Al respecto véase el tema "explicación parcial", en el capítulo siguiente.

referimos al acontecimiento que habrá de ocurrir. Pero es importante insistir en que hacer una afirmación sobre lo que no conocemos, sobre lo que va a suceder en el futuro o lo que pudo haber sucedido en el pasado, sólo se podrá denominar "predicción" en sentido epistemológico si es posible utilizar la conexión deductiva entre conocimientos que ya se poseen y aquel que se desea obtener. Popper afirma que, de no existir ese contexto de conocimiento previo, no estaríamos en presencia de una predicción científica sino de una mera afirmación acerca de lo que ha de acaecer en el futuro, y en tal caso utiliza, un tanto metafóricamente, la palabra "profecía". Según este punto de vista, una profecía es toda afirmación acerca del futuro que no esté ligada a una deducción a partir del conocimiento admitido. En su libro *La sociedad abierta y sus enemigos*, Popper utiliza esta idea para distinguir entre las afirmaciones que hacen acerca del futuro los filósofos y científicos sociales llamados "historicistas" de aquellas que tienen fundamento científico. Si alguien presagia una inflación mostrando que ese hecho ocurrirá porque se deduce del estado actual de nuestras finanzas y de ciertas leyes monetarias, entonces estaríamos ante una predicción científica, cuyo valor dependerá desde luego del valor de las hipótesis empleadas. En cambio, para Popper, toda persona que lisa y llanamente afirmara que en el futuro el mal desaparecerá de la Tierra o que la Luna estallará en el año 2015, estaría haciendo una profecía, pues tales vaticinios no parecen deducirse del estado actual de nuestro conocimiento y en particular de ningún tipo de teoría científica suficientemente corroborada.

Las afirmaciones de Popper a este respecto no son forzosamente ofensivas. Para él, tanto las ideas de Platón acerca del devenir histórico como las de Hegel o de los marxistas acerca de lo que ocurrirá con la sociedad humana deberían ser consideradas profecías y no predicciones científicas, pues supone que no disponemos, en general, de hipótesis y leyes científicas que conecten sucesos históricos separados por largos plazos. Concluye por tanto que en materia social o política sólo es posible predecir el devenir histórico a corto plazo.

En la práctica científica es indispensable renunciar a las profecías y realizar predicciones por medio de teorías y leyes. Cuando se decide contrastar una hipótesis, se suele estar ante una predicción, porque se deduce de la hipótesis que se está contrastando la consecuencia observacional que servirá para llevar a cabo la operación de contrastación. Se tratará de decidir, y esto es lo que se pone a prueba, si la predicción se cumple o no, es decir, si la conclusión obtenida es verdadera o falsa según lo que resulte de la observación pertinente. Este modo de actuar es característico del temperamento científico, que delega en profetas, astrólogos y magos la anticipación del futuro sin el sustento de un marco teórico adecuado.

Pseudoexplicaciones

La eventual confusión entre predicciones científicas y meras profecías no es el único riesgo con relación al cual debemos adoptar precauciones a la hora de predecir o explicar hechos. También es necesario discriminar entre auténticas explicaciones y pseudoexplicaciones. Estas últimas consisten en proponer argumentos con los que

aparentemente se estaría ofreciendo una explicación, pero ésta no es tal por ausencia de ciertos datos o porque se está incurriendo en un círculo vicioso. Por ejemplo, a veces se "explica" un fenómeno mencionando otro al que se le atribuye el ser la causa del primero, pero luego resulta, a la luz del análisis, que ambos resultan ser el mismo hecho descrito de manera diferente. Esta "falacia de explicación" la comete aquel personaje de Molière que pretende "explicar" las propiedades somníferas del opio afirmando que éste posee cierto principio llamado *virtus dormitiva*. Obviamente, si la pretendida explicación consiste en afirmar solamente tal cosa, no hay aquí explicación alguna. Los enunciados "El opio hace dormir" y "El opio posee *virtus dormitiva*" describen un mismo fenómeno, pues la única manera de detectar el principio es mostrando que el opio hace dormir, cosa ya sabida.

También nos hallaríamos ante pseudoexplicaciones en el caso de que las presuntas leyes empleadas para construir la "explicación" hubiesen sido extraídas de teorías que, en virtud de algún criterio de demarcación, como el de Popper, no tuviesen carácter científico. Por último, es interesante señalar que a veces se quiere "explicar" un hecho indicando, no una causa determinada y precisa, sino señalando meramente la existencia de *alguna* causa. Así, a la ocurrencia de un terremoto u otra catástrofe similar, por ejemplo, se la "explica" con la afirmación de que ello "Estaba escrito". Semejante y más trágica es la "explicación" de la detención o desaparición de ciudadanos argentinos durante la dictadura militar por medio del enunciado "Por algo será", invocándose en este caso la existencia de un hecho desconocido, protagonizado por la víctima, que, desde algún ángulo jurídico, justificaría la ocurrencia de tales episodios.

La explicación potencial

Antes de abandonar el modelo nomológico deductivo, será interesante señalar una variante de este método que se produce cuando las premisas que se utilizan tienen cierta característica especial. Por ejemplo, Popper admite que, en algunas ocasiones, las premisas-datos pueden tener carácter hipótetico. Esto ocurre, por ejemplo, cuando hay que buscar la explicación de un suceso y no hay manera de contar con los datos que permitan construirla. Entonces se supone que quizá sucedió el hecho descrito por la premisa-dato, como cuando se conjetura que un accidente de aviación se debió a la existencia de alguna rajadura en una varilla del fuselaje y que, por la acción del viento, ésta terminó por romperse. Suponer que había una rajadura no es sinónimo de disponer del dato de que había una rajadura, pero si, por las características del accidente, resulta razonable pensar en esa posibilidad, el accidente quedaría explicado y presumiríamos que, efectivamente, la rajadura existió. Esto puede permitir una investigación especial para tratar de hallarla y, si se la encuentra, habremos obtenido el conocimiento de un hecho que no poseíamos y por tanto el dato supuesto se transforma en verdadero. Una explicación basada en datos supuestos que permite, finalmente, transformar la suposición en datos probados, se denomina *explicación potencial*. Ésta se transforma en una auténtica explicación cuando la investigación independiente emprendida para decidir si el dato supuesto es verdadero o no resulta exitosa.

Es interesante advertir que este modo de proceder se encuentra mucho más a menudo de lo que se supone, en la actividad científica y en muchas otras donde la investigación de sucesos es el elemento primordial. En criminología, por ejemplo, puede suceder que no dispongamos de la explicación de un crimen, pero sí de la suposición de que el criminal fue el mayordomo, lo que permitirá deducir, con otros datos y acontecimientos, por qué el crimen se produjo. Desde luego, esto no garantiza que la suposición acerca del mayordomo sea verdadera, pero, aunque no constituya en sí misma una prueba jurídica, es una notable incitación a una investigación independiente para encontrar elementos de juicio que demuestren que el mayordomo estuvo en el lugar del crimen y que lo cometió. Hasta que eso no ocurra, la explicación del episodio es una explicación potencial, lo cual no garantiza la verdad del dato supuesto, pero la investigación independiente (a cargo del detective) podría proporcionar elementos de juicio que nos permitiesen saber que realmente el mayordomo fue el criminal; en tal caso la explicación dejaría de ser potencial y se transformaría en una auténtica explicación.

Hay ejemplos de mucha importancia científica que, si se quiere, corresponden a este modelo. En el Capítulo 14 hemos descrito el descubrimiento de Neptuno sobre la base de cómo se discuten las hipótesis auxiliares, pero el mismo episodio puede verse desde otra óptica. Recordará el lector que se trataba de explicar las anormalidades del movimiento de Urano y el supuesto fue que un planeta desconocido era el único perturbante responsable de la anomalía. Si se admitía que ese planeta se hallaba en tal o cual lugar, y que su masa y dimensiones eran tales o cuales, entonces era posible deducir, con las leyes newtonianas de la mecánica celeste, que las perturbaciones debían haberse producido de la manera observada. Pero ésta es una explicación potencial, ya que de ella no es posible probar que el planeta, realmente, existe. Hubo que realizar una investigación independiente para localizar al planeta en un lugar y una fecha determinados. Cuando Leverrier envió su comunicación al observatorio de Berlín y desde allí se lo observó, el supuesto acerca de la existencia de ese astro quedó verificado, y entonces se transformó en un dato que, junto con los datos astronómicos restantes y las teorías utilizadas, convirtieron a la explicación potencial de las perturbaciones de Urano en una auténtica explicación.

La explicación potencial plantea un problema para el cual no hay respuesta demasiado clara y formulada con terminología uniforme, y que nos retrotrae a la pregunta "¿Qué es una predicción?". En la forma de entenderlo de Popper se trataría, realmente, de un proceso de contrastación o, al menos, de derivación de conocimientos por métodos deductivos a partir de premisas-leyes y premisas-datos. Pero, como acabamos de ver, se podría también predecir un hecho por un método que consiste en suponerlo acontecido y comprobar que de él y de otras premisas teóricas y de datos verdaderos puede deducirse conocimiento ya aceptado, es decir, obtener una explicación potencial. Si esto fuese así, se podría aplicar la palabra "predicción" también a una situación semejante. Se tendrían entonces no uno, sino dos modelos predictivos: el nomológico deductivo y otro, que habría que denominar "antideductivo" y al que los filósofos de la ciencia no han prestado mucha antención. Uno de quienes lo entrevieron por primera vez fue (¡cuándo no!) Aristóteles. Mucho después lo analizó, aunque no describiéndolo en la forma lógica en que nosotros lo hemos hecho, el lógico Charles Peirce, que lo denominó "abducción" para distinguirlo de los procedimientos deductivos y predictivos habituales. Ésta es una situación más en la que se advierte que los problemas de explicación no son solamente atingentes a la comprensión de ciertas situaciones, sino también, indirectamente, a las estrategias destinadas a obtener nuevos conocimientos.

16

La explicación científica.
Segunda parte: otros modelos de explicación



Bronislaw Malinowski (1884-1942), antropólogo polaco que fuera uno de los pioneros del funcionalismo. Aunque la naturaleza de las explicaciones funcionales es aún motivo de controversia, éstas significaron un importante acercamiento hacia modelos más naturalistas de explicación en detrimento de otras de carácter historicista.

El modelo estadístico de explicación

El modelo nomológico deductivo no es el único modelo posible de explicación científica. Nos ocuparemos ahora de una suerte de "primo hermano" de aquél, el llamado *modelo estadístico*, al que presentaremos a través de un ejemplo. En un hospital, durante su recorrido habitual, el jefe de sala tropieza con un paciente que no parecía ser curable hasta ese momento y que, de pronto, amanece ese día sin manifestar síntomas de la enfermedad. Pregunta entonces al médico encargado del enfermo: "¿Cómo se explica que hayan desaparecido los síntomas?" Y recibe esta respuesta: "El enfermo tenía tales y cuales síntomas, y le hemos dado la nueva droga *X* que, de acuerdo con las informaciones disponibles, cura en el 90% de los casos". Este enunciado, expuesto con el rigor que exige todo enunciado frecuencial, debería haber sido formulado así: "La probabilidad de que la droga *X* cure a un enfermo que tenga tales y cuales síntomas es igual a 0,9" (es decir, indicando números probabilísticos y no porcentajes, porque la población es prácticamente infinita). La explicación que ha dado el médico tendría los siguientes elementos: a) datos, es decir, informaciones acerca de la enfermedad del paciente, de que no se había curado con ninguno de los métodos disponibles anteriormente y de que se le aplicó la droga *X*; b) una ley, según la cual la droga *X* cura a ese tipo de enfermos con probabilidad 0,9; c) una conclusión, o sea, que el enfermo curó, precisamente lo que se desea explicar. El diagrama de la explicación sería el siguiente:

$$\begin{array}{l} D_1, D_2 \ldots, D_n \\ L_1, L_2 \ldots, L_k \\ \hline\hline E \end{array} \quad \mathbf{p} \qquad 0 < \mathbf{p} \leq 1$$

que semeja al del modelo nomológico deductivo, por cuanto menciona premisas-datos, premisas-leyes, una inferencia y una conclusión *E* que expresa lo que queremos explicar (que el enfermo se curó). Pero, a poco que examinemos la estructura de esta explicación, encontraremos dos diferencias con el caso nomológico deductivo, que obligan a utilizar dos rayas en lugar de una y a incluir el número probabilístico p, comprendido entre 0 y 1*. En nuestro ejemplo, una de las leyes es un enunciado estadístico o probabilístico que, según hemos dicho en el Capítulo 4, establece una regularidad en términos probabilísticos y no en términos universales sin excepción. Tanto para Hempel como para Popper no estaríamos aquí en presencia de auténticas leyes y por tanto de legítimas explicaciones. Pero ya hemos adelantado en el citado capítulo las razones por las cuales nuestra opinión es otra: no se comprende por qué no denominar "ley" también a este tipo de enunciados que ofrecen información acerca de una población actual o potencial en estudio. De un enunciado universal como

* Admitimos el caso p=1 porque, para muchos estadísticos, especialmente aquellos que son adeptos a la interpretación frecuencial de la probabilidad, ello no equivale a *certeza* (lo cual transformaría al modelo estadístico en el nomológico deductivo) sino a que, a medida que se toman muestras de tamaño cada vez mayor, la frecuencia tiende al límite 1.

"Todos los hombres se curan con la droga *X*", se extrae un conocimiento referido a toda la especie humana, pero lo mismo sucede con la afirmación más restringida "La humanidad cura con la droga *X* con probabilidad 0,9", que nos informa acerca de con qué frecuencia, dentro de su extensión, acontece un determinado fenómeno, el de la curación. Desde luego, una ley de esta clase no indicaría nada forzoso ni tendría vigencia universal, pero no hay inconveniente en decir, precisamente, que se trata de una ley estadística, para distinguirla de las leyes universales utilizadas en el modelo nomológico deductivo.

Si esto es así, hay que reconocer que la inferencia que permite "saltar" de las premisas a la conclusión no es una deducción. Recordemos que "deducción" significa razonamiento correcto, con garantía de conservación de la verdad, y sabemos que, cuando se emplean enunciados estadísticos, no se puede deducir qué ocurrirá con un determinado caso particular. Que el 90% de los casos curen no quiere decir que necesariamente curará Juancito, un enfermo al que se le administró la droga: acerca de él, en particular, nada puede saberse. (Por la misma razón, ni el más avezado estadístico puede predecir cuál será el número que saldrá en el próximo tiro de ruleta.) No es válido entonces el argumento de aquel cirujano que, en el momento en que el enfermo es trasladado al quirófano, le dice: "Esta operación es muy riesgosa y mueren nueve de cada diez pacientes, pero usted no debe preocuparse porque a mí ya se me han muerto los nueve anteriores". Lo que sí puede afirmarse es que el "salto" de las premisas a la conclusión es inductivo (en el sentido amplio de la palabra que mencionamos en el Capítulo 7) y por tanto que, si razonamos de esta manera a partir de premisas verdaderas, la probabilidad de que tengamos éxito y obtengamos una conclusión verdadera es elevada y corresponderá a un cierto número probabilístico p colocado a la derecha de la raya. Este último mide la probabilidad de tener éxito al inferir, de las premisas, la conclusión E que se quiere explicar. (Se entiende que una "elevada probabilidad" significará que p es un número cercano a 1, tal como 0,9 en el caso del enfermo.) Las dos rayas en lugar de una dan a entender que se ha hecho una inferencia estadística y no una deducción.

El enunciado E que figura como conclusión de esta inferencia es un enunciado singular verdadero, que describe un hecho acontecido (en este caso, que el enfermo se curó). A veces se entiende que la explicación estadística significa inferir que, por ejemplo, como la droga cura con probabilidad 0,9, entonces hubo una probabilidad 0,9 de que el enfermo en cuestión, Juancito, se curase. Pero esta interpretación es errónea, ya que entonces no estaríamos explicando por qué Juancito se curó sino por qué la probabilidad de que Juancito se curase es igual a 0,9. Este tipo de explicación, que no es el que introdujimos con el nombre de "estadística", sería en realidad nomológico deductiva, porque la afirmación "La probabilidad de que Juancito se cure es del 0,9" se puede *deducir*, según el cálculo de probabilidades, de las premisas disponibles. (Aquí conviene hacer notar que, según la manera en que se trate el concepto de probabilidad, se considerará legítimo o no que se hable de un acontecimiento singular aislado, a lo cual muchos especialistas se oponen porque consideran que la probabilidad está relacionada con conjuntos y no con elementos singulares tomados aisladamente.)

Al igual que en el caso nomológico deductivo, la explicación estadística es la explicación de un hecho singular, pero utiliza una inferencia estadística y leyes estadísticas en lugar de una deducción y de leyes en sentido estricto. Esto trae aparejada una serie de problemas que no discutiremos aquí. Sólo diremos que la artillería matemática a emplear si se quiere tratar la cuestión con cierta eficacia lógica no es, de ninguna manera, simple y esto es lo que ha llevado a muchos epistemólogos, como Popper, a afirmar que no estamos en presencia de una forma legítima de explicación y que por ello hay que concebir el método científico como esencialmente deductivo, ya sea en matemática como en las ciencias fácticas, y ya sea tanto en relación con la predicción como con la explicación. Popper no está dispuesto a admitir este modelo estadístico, aunque ello no signifique que sea un enemigo de la estadística, pues también fue el autor de una teoría acerca del concepto de probabilidad y utiliza muchas veces este concepto (aunque no siempre de la misma manera).

Podría resultar útil y muy simplificador adoptar el temperamento de Popper y negarse a aceptar la legitimidad del modelo estadístico, pero el lector convendrá con nosotros en que, en el ejemplo anterior, la explicación del médico sería perfectamente aceptable para cualquier persona razonable y desinformada en asuntos epistemológicos. Por otra parte, traería muy complicadas consecuencias el negarse a aceptar la legitimidad del modelo. La razón es que existen disciplinas, como la sociología y algunos sectores de la biología, en las cuales no se dispone de leyes en el sentido tradicional, de modo que quien tenga que explicar tanto leyes generales como sucesos particulares tendrá que recurrir a informaciones estadísticas, tales como las que describen el comportamiento genético de una población de células. Es verdad que, a medida que incorporamos más conocimientos acerca de la química de los procesos celulares, obtenemos más y más explicaciones nomológico deductivas, pero si queremos explicar cuestiones de ecología o de etología exclusivamente sobre la base de procedimientos deductivos, sin duda fracasaríamos. En sociología no se dispone de leyes universales, salvo algunas tan generales y triviales que prácticamente no servirían de mucho. Las leyes sociológicas o políticas son, en general, leyes de tendencia que encubren leyes estadísticas, según las cuales, por ejemplo, cuando la estructura social y económica adquiere ciertas características tiende a producirse un estallido social y un cambio de estructura. Poco cuesta advertir que tales enunciados ocultan la afirmación según la cual tal cosa sucederá con una gran probabilidad, aunque no se diga explícitamente cuál. Si prohibiésemos las explicaciones estadísticas, ciertas disciplinas parecerían no poseer un instrumento explicativo, de modo que es intuitivo, natural y conveniente aceptar el modelo estadístico como modelo válido de explicación.

Es interesante señalar que el modelo no exige realmente que el número p sea elevado. Como observa Carnap, si el médico hubiera contestado a la pregunta "¿Por qué curó el enfermo?" diciendo que hasta ahora no había curado con ninguno de los procedimientos habituales, que se le ha dado la droga *X* y que esta droga cura con probabilidad 0,05, la explicación sería igualmente legítima, porque se comprendería aun en este caso que la droga ha sido el agente causal que provocó la curación. (Claro que si p fuese igual a 0,05, la droga tal vez no hubiese sido lanzada al mercado.) Entre los inconvenientes que tiene este modelo, como señalara con mucha propiedad el matemático argentino Oscar Varsavsky en algunos de sus escritos, es que cuando se usan varias leyes estadísticas simultáneamente, por elevadas que sean las proba-

bilidades que mencionan cada una de ellas, la probabilidad que resulta para la conjunción de todas ellas puede ser un número pequeño. En efecto, si un suceso *A* tiene probabilidad 0,95 de producirse, y lo mismo ocurre con *B, C, D*..., la probabilidad de que se produzcan simultáneamente los sucesos *A, B, C, D*... puede ser igual al producto 0,95 x 0,95 x 0,95 x 0,95 ..., valor que, si el número de sucesos es elevado, vuelve tan pequeña la probabilidad resultante que directamente no vale la pena considerarla. Esto reduce la aplicación de las explicaciones estadísticas a casos muy especiales en los que están presentes no más de una o dos leyes estadísticas.

En el modelo estadístico de explicación se presenta otro tipo de dificultad, que ocurre cuando un hecho presenta varios rasgos y hay leyes estadísticas con números probabilísticos distintos asociados a cada uno de ellos. Para exponerlo con un ejemplo muy esquemático, si ha muerto Juan, que era filósofo pero además millonario, se podría explicar el episodio sobre la base del dato de que Juan era filósofo y que los filósofos, por características de su profesión, tienen una probabilidad bastante elevada de morirse de hambre. Pero por otra parte disponemos del otro dato, y es que Juan era millonario, y hay otra ley estadística según la cual los millonarios tienen suficiente dinero como para, con auxilio de la medicina, vivir largamente. En una palabra, las explicaciones estadísticas parecen ser una especie de comodín que permite explicar cualquier hecho según se adopte uno u otro rasgo del mismo. Hay procedimientos matemáticos para esquivar esta dificultad, pero no son, a nuestro entender, lo suficientemente tajantes y convincentes como para poder decir que la dificultad ha sido superada. De cualquier manera, ello no invalida las pretensiones de legitimidad de la explicación estadística, aunque su metodología sea muchísimo más complicada que la que presenta el modelo nomológico deductivo. El lector debe advertir, además, que también en este caso es válido lo dicho anteriormente acerca de la necesidad de contar con un marco teórico para poder ofrecer explicaciones. No escapa a la regla la explicación estadística, en la que se emplean peculiares leyes, las estadísticas, que, si bien no son universales, son leyes al fin.

La explicación parcial

El modelo al cual vamos a aludir ahora, el de la ***explicación parcial***, también emplea leyes, y el problema en danza es el siguiente: en algunas ocasiones, frente al pedido de explicación de un hecho, no es posible deducir rigurosamente que el mismo se produjo por razones determinadas, sino, más bien, que debió producirse algo ***similar*** a lo acontecido. Para retomar un ejemplo anterior, sería posible explicar la Revolución Francesa deduciéndola de datos históricos previos a la misma, con el agregado de algunas leyes sociológicas, económicas y políticas que intervendrían para comprender la evolución de un Estado en esas condiciones. Sería entonces tentador creer que la Revolución Francesa se puede explicar de manera nomológico deductiva a partir de esas premisas-datos y de esas premisas-leyes. Pero esto no es posible. En realidad, lo que se puede deducir de tales datos y leyes es que algún cambio violento de estructuras sociopolíticas tendría que producirse tarde o temprano, pero no podríamos explicar con esos elementos, por ejemplo, la toma de la Bastilla en la tarde

del 14 de julio de 1789. No se puede explicar un hecho tan preciso como éste, pero sí dar la explicación nomológica deductiva o estadística de que algo semejante habría de ocurrir en determinado momento. Advierta el lector que hablar aquí de "explicación estadística" es pertinente, porque la explicación de que algo similar al hecho debió suceder puede involucrar el empleo de leyes sociológicas, políticas o económicas no universales sino probabilísticas.

En este modelo explicamos de manera nomológico deductiva o estadística un aspecto parcial del hecho que queremos comprender, es decir, un ejemplo del tipo de acontecimiento que tarde o temprano esperábamos que se produjese. En una situación como ésta, la explicación se denomina ***explicación parcial*** del hecho. Como se comprende, por la naturaleza misma del ejemplo que hemos escogido, la mayoría de las explicaciones de carácter histórico, sociológico o ligadas a hechos prácticos, es, más bien, como lo afirma Nagel en ***La estructura de la ciencia***, una explicación parcial. Éste sería entonces el modelo habitual más frecuente de explicación, aunque, de todos modos, está estrechamente emparentado con los dos anteriores porque: a) la explicación parcial es, al fin de cuentas, la explicación nomológico deductiva o estadística de un aspecto parcial del hecho; y b) no evita el uso de teorías y de leyes, por lo que sigue siendo un ejemplo de lo que pudiéramos denominar la filosofía hempeliana respecto de la naturaleza de la explicación: nada puede ser explicado sin un marco teórico adecuado.

Es conveniente observar que en la explicación estadística y en la explicación parcial no se cumple el principio de simetría de Nagel entre explicación y predicción, que formulamos a propósito del modelo nomológico deductivo. Si el hecho que queremos explicar se produjo, pedir la explicación mediante el procedimiento estadístico o parcial es perfectamente posible. La explicación estadística indica cierta tendencia a admitir que debió ocurrir el hecho realmente ocurrido y la explicación parcial nos dice que algo similar al hecho debía acontecer. Pero, ¿hubieran servido tales razonamientos para ***predecir*** el hecho, como aduce el principio de simetría? Sin duda, no. Indicar la probabilidad de que acontezca un hecho no permite predecir que éste ocurrirá. Podemos predecir que algo parecido al hecho ha de producirse, pero no predecir el hecho mismo. No se cumple el principio de simetría y de allí que el modelo nomológico deductivo sea, de todos los que generalmente se ofrecen, el único que goza de esta ventajosa propiedad. Todo lo cual tiene consecuencias metodológicas, porque implica que, aun cuando dispongamos de explicaciones estadísticas o parciales, no es posible adoptar el mismo modelo para realizar predicciones.

La explicación genética

Entre los otros modelos explicativos que se han propuesto, merece señalarse el que se denomina de ***explicación genética***, introducido por los historiadores y filósofos analíticos de la historia (del ámbito anglosajón) para señalar, según ellos, la posibilidad de explicar hechos históricos sin emplear leyes. En pocas palabras, la explicación genética consistiría, como ya mencionamos, en tratar de comprender un hecho histórico señalando una sucesión de hechos anteriores, encadenados de tal manera que in-

dicaran un proceso cuyo final consiste en el hecho que queremos explicar. Volvamos nuevamente a nuestro socorrido ejemplo: la explicación de la Revolución Francesa consistiría en la mención de todas las etapas que acontecieron desde el descubrimiento de que la tesorería del Reino estaba en cero, la convocatoria a los Estados Generales, la Asamblea formada por los diputados, las discusiones sobre cómo se habría de votar (por estamento o individualmente), las reformas que propuso la Asamblea, la resistencia del rey a cumplirlas y su tentativa de disolver la institución, la reacción del pueblo y la toma de la Bastilla con el apoyo de una parte del ejército. Ésta sería, *grosso modo*, una cadena genética de hechos que, partiendo de un suceso significativo, nos haría comprender cómo se desembocó en el estado de cosas que se desea explicar, en este caso, la Revolución Francesa. Pero Hempel objetaría que descubrir cuáles son los hechos pertinentes, entre la infinidad de hechos históricos que se ofrecen, implica: a) la necesidad de hacer explícito un criterio de pertinencia de los hechos que constituirán la explicación; y b) que se ubique a éstos en cierto orden, lo cual supone subrepticiamente la indicación de que si a un hecho subsigue otro, el segundo sucedió a consecuencia del primero. Si esto es así, cada eslabón del encadenamiento de hechos utilizados en una explicación genética sería una explicación nomológico deductiva, estadística o parcial de por qué el hecho H_{n+1} se produjo a consecuencia del hecho inmediatamente anterior, H_n. En una palabra, no se niega la validez de la explicación genética, a condición de que se conciba la cadena explicativa en el sentido de los modelos anteriores.

Es oportuno insistir, sin embargo, en que la explicación estadística y la explicación parcial no son simétricas en cuanto a explicación y predicción; y que, por consiguiente, no es posible en general de un hecho histórico predecir la ocurrencia de otro. Más bien, ante una sucesión de hechos conocidos, se construye el encadenamiento indicando que algunos de ellos se explican parcialmente por los anteriores. En una palabra, la explicación genética no es "fatal", en el sentido en que se podría aplicar este término si hubiese de por medio una deducción que nos llevara a concluir, a partir de los hechos iniciales, que debió producirse el que estamos explicando. Consistiría más bien en señalar que, si se toman tales hechos conocidos y se los considera ordenados de cierta manera (tanto en el tiempo como lógicamente), se advierte que, en cada eslabón, el hecho correspondiente se explica por los anteriores; por consiguiente, el hecho que se quiere explicar se hace inteligible en virtud del proceso y de las conexiones encontradas. De cualquier modo, debido a la naturaleza de los eslabones de esa explicación genética, el empleo de leyes y teorías es inevitable. Son ellas las que permiten reconocer los pasos explicativos que parten de ciertos datos históricos hacia otros. De acuerdo con Hempel, la tentativa de evitar el uso de leyes y limitarse simplemente a los datos para construir con ellos explicaciones genéticas, oculta la evidencia de que lo que permite descubrir el encadenamiento de los hechos y hacer preferible un determinado relato histórico a otro con fines explicativos es, precisamente, un marco teórico.

Las explicaciones teleológicas

Existen finalmente otros modelos de explicación que, por razones de espacio, englobaremos en la familia de las que pueden denominarse *explicaciones teleológicas*. En estos modelos se intenta explicar un hecho que ocurre en el presente en virtud de algo que ocurrirá en el futuro. La palabra *telos*, que significa "fin" u "objetivo", indica en este caso que se presupone la existencia de algún agente responsable de lo que acontece ahora, que tiene algún propósito y que intenta preservar para el futuro una determinada situación. La cuestión ya fue abordada por Aristóteles, quien caracteriza distintas clases de causalidades y distingue entre causalidad eficiente y causalidad teleológica, es decir, la posibilidad de que algo se produzca a consecuencia de situaciones anteriores o bien que acontezca debido a un estado final que se quiere alcanzar.

De hecho, las explicaciones teleológicas tienen distintas características y plantean problemas epistemológicos, metodológicos y lógicos distintos. En el llamado *funcionalismo*, en el sentido primitivo que daba a esta palabra Malinowski y luego Talcott Parsons, hay una idea central: el funcionamiento actual de una sociedad, especialmente la presencia de ciertas instituciones sociales contemporáneas, se explica en virtud de la tendencia que tiene toda sociedad a preservar su estructura. Esto se entiende de muy fácilmente si nos preguntamos, por ejemplo, por qué existe el ejército; podría responderse que ha sido concebido para preservar el territorio y la unidad nacional. Explicaciones parecidas podrían ser ofrecidas a propósito de la existencia de otras instituciones. La Iglesia, por caso, existiría porque ofrece un respaldo moral a cierta clase de actividades que desarrolla la sociedad. En términos más modernos, el funcionalismo adscribe a una sociedad un comportamiento *homeostático*, en el sentido de que existen elementos en ella que, si se produjera cierta alteración de las variables o factores que caracterizan su funcionamiento, se produciría un proceso que le permitiría recobrar su estructura. Así presentado, el funcionalismo no parece estar ligado a la noción de *telos* y de explicación teleológica. Sin embargo, se puede comprobar fácilmente que estamos en presencia de uno de esos casos, porque aquí la existencia de ciertas instituciones o fenómenos se explica por razones de *preservación*, o sea, por la necesidad de que, en el futuro, la sociedad conserve una determinada estructura.

Hay otras situaciones en las que se recurre a explicaciones de carácter teleológico. "¿Por qué Jaimito se quedó en casa leyendo en lugar de ir a jugar al fútbol como todos los domingos?" Se puede aducir como explicación que Jaimito tendrá que dar un examen en la Universidad dentro de diez días. Éste sería el dato: habrá un examen dentro de diez días y Jaimito debe rendirlo; y la ley, implícita, sería: "Quienes tienen que rendir un examen próximamente se quedan en casa leyendo los textos para prepararlo". De aquí se deduciría que Jaimito tiene que quedarse en su casa leyendo, y esto es lo que queremos explicar. A esta clase de explicaciones se las llama *por propósitos*. Pero lo extraño radica en que la premisa-dato se refiere a un hecho del futuro, que quizá no suceda porque en los diez días en cuestión la Universidad podría ser clausurada porque el gobierno ha decidido eliminar las instituciones educativas para reducir el presupuesto, o tal vez porque Jaimito amanezca enfermo

el día del examen. ¿Merece entonces tal premisa ser llamada un "dato"? Quienes contemplan con poca simpatía la existencia de explicaciones teleológicas intentan, tanto en el caso de las explicaciones funcionales como en el de las que se basan en propósitos, traducirlas a la forma normal, científica y naturalista que ya hemos descrito. En el caso de Jaimito se diría que el dato no consiste en afirmar que aquél rendirá examen dentro de diez días, sino en que tiene ahora el deseo de dar ese examen y aprobarlo, y la estructura que deriva de esta traducción es la normal, nomológico deductiva. Dato: "Jaimito desea aprobar el examen"; ley: "Quienes quieren aprobar un examen desarrollan tales o cuales acciones"; de aquí se deduce el comportamiento de Jaimito. Por eso estas explicaciones se denominan "por propósitos": en realidad, lo que promueve el estado de cosas que se quiere explicar es un deseo, que es actual, y no una situación futura.

El caso de las explicaciones funcionales es más complicado y, en cierto modo, más urgente, porque el funcionalismo tiene mucho alcance en la sociología contemporánea y en las ciencias sociales en general y, a juicio de quien esto escribe, no es problema terminado en cuanto a la discusión. En *La estructura de la ciencia*, Nagel intenta definir lo que denomina un "sistema funcional" para ofrecer explicaciones de un carácter más naturalista e hipotético deductivo. El tipo de explicación funcional a la Nagel de lo que acontece o se encuentra en una sociedad consiste en señalar la existencia de un sistema, o sea, un conjunto de componentes relacionados de cierta manera; la de un estado llamado "de equilibrio"; y, por supuesto, la de leyes científicas, naturales y sociales, que establecen la vinculación entre los distintos componentes de la sociedad que integran dicho sistema. El sistema se dirá *funcional* u *homeostático* si cualquier alteración del estado que implique alejarse de la posición de equilibrio hace interactuar las partes de tal modo que se la vuelve a recuperar. Un ejemplo sería el sistema económico, en el que hay sectores de la sociedad correlacionados; la situación de equilibrio implicaría, por ejemplo, la ausencia de inflación o de escaladas en cuanto al dinero circulante; la interrelación entre sectores acontecería de tal manera que, si se altera el estado económico de una parte de la sociedad, la repercusión sobre la otra garantizaría el regreso a la situación de equilibrio. Éste es el supuesto implícito en las ideas de Adam Smith y de sus discípulos liberales y neoliberales cuando mencionan la "mano invisible" que maneja los hilos de la trama económica. Como bien observa Nagel, la concepción funcionalista implica: a) definir el sistema; b) demostrar que hay una situación de equilibrio, y c) identificar las variables de tal manera que entre ellas se puedan establecer leyes para poder comprender cómo interactúan aquellas. Pero, si es así, vemos nuevamente que no se puede prescindir del uso de leyes y teorías para formular explicaciones.

Un error que cometen los partidarios de esta orientación funcionalista es creer que la sociedad es *el* sistema (en singular) que debe ser explicado o comprendido de esta manera. De hecho, la sociedad es una yuxtaposición de varios sistemas, cada uno de ellos constituido, según las variables que se tomen en consideración, por su posición de equilibrio, y lo que actúa homeostáticamente en un sistema puede ser indiferente en otro y hasta ser, en terminología que a veces se emplea, antihomeostático. Por consiguiente, la metodología del funcionalismo, considerado desde este punto de vista, es algo bastante más complicada que el recurso vago al término "función", palabra que padece de polisemia y que, como el mismo Nagel indica, tiene, realmente, muchos sentidos diferentes.

La palabra "función" suele estar acompañada de otra, "estructura". El autor de este libro ha encontrado cerca de sesenta acepciones diferentes de la misma, si bien todas ellas parecen tener algo en común, una idea que emplean especialmente los matemáticos. Una estructura sería un conjunto de elementos vinculados entre sí por determinadas relaciones u operaciones, a las que se presta atención a expensas de otras que pudieran existir. Por ejemplo, una fila es una estructura en el sentido de que es un conjunto de personas y, además, hay en ella una cierta relación de orden, en este caso de precedencia ("estar delante de"). Hay otras relaciones: "ser amigo de", "ser empleado de", "ser más alto que", etcétera; pero, cuando se habla de una fila como estructura, no se atiende a estas últimas. En matemática se tropieza con muchas estructuras diferentes, a veces porque los componentes son diferentes, pero a veces también porque las relaciones y operaciones que se tienen en cuenta lo son. Por ejemplo, los números naturales ordenados de menor a mayor constituyen una estructura; a su vez, los números naturales, con la operación de sumar y de restar, definen otra estructura; los números naturales con la operación de sumar y de restar, y además la relación "menor que", constituyen una tercera estructura más compleja que subsume a las anteriores. Pero, cuando se habla de "estructura social", ¿de qué se habla? Hay que indicar qué parte de la población se tiene en cuenta (¿es la estructura social argentina, la de Buenos Aires, la del barrio de San Telmo?) y, además, qué relación se adopta. No todas las relaciones humanas parecen pertinentes. Los sociólogos, en general, no atienden a la relación de amistad para estudiar estructuras sociales, pero sí prestan atención a la relación laboral de dependencia. Cada investigación, en el sentido estructural, toma en cuenta ciertos conjuntos y ciertas relaciones. Pero no se pueden entender como sinónimas las nociones de sistema homeostático o funcional y la de estructura. Es evidente que un sistema homeostático es una estructura en el sentido de que hay componentes y relaciones entre ellos, pero se presentan en ciencia estructuras que nada tienen que ver con los sistemas homeostáticos o funcionales, y por tanto con el funcionalismo. Cuando los físicos hablan de estructura cristalina, por ejemplo, están haciendo referencia a un conjunto de átomos dispuestos de cierta manera, según determinadas relaciones espaciales, pero no pretenden que esa estructura tenga necesariamente características homeostáticas. La sociedad humana (o tal vez una de ellas, determinada, tal como una población) quizá sí sea una estructura con propiedades homeostáticas y admita entonces que se la estudie funcionalmente.

Por consiguiente, una estructura funcional es un caso particular, y aplicable solamente a ciertos casos, del concepto muchísimo más general de estructura, y no debe confundirse "estructuralismo" (entendido como el estudio de estructuras), con "funcionalismo". No obstante lo cual, la investigación sobre estructuras, en los variados sentidos de esta palabra, se ha hecho tan popular y se ha puesto tan de moda en las ciencias sociales que se ha producido una simbiosis con la noción de funcionalismo, por lo cual los mayores exponentes del funcionalismo en nuestra época son, en realidad, partidarios del estructural-funcionalismo, una conjunción de ambas ideas cuya delimitación precisa, a nuestro entender, no ha sido suficientemente aclarada.

Mientras esto no acontezca, tales enfoques merecerán críticas desde el punto de vista lógico. Es posible demostrar que, por ejemplo, si se superponen todas las hipótesis lógicas de Lévi-Strauss sobre el modo de operar de las sociedades humanas, utilizando la nomenclatura general que él emplea con fines metodológicos, se pueden deducir una serie de contradicciones e inconsistencias. El funcionalismo o el estructural-funcionalismo implican, de todas maneras, una metodología y una problemática importante no sólo para la sociología, sino también para la biología. Es necesario reconocer, además, que el advenimiento del funcionalismo significó un progreso desde el punto de vista científico, pues desplazó la atención que se prestaba a las explicaciones historicistas y genéticas hacia un análisis de la estructura y el funcionamiento de las sociedades más compatible con la concepción según la cual es necesario recurrir al empleo de leyes y teorías para construir explicaciones. Tal vez por ello pueda comprenderse el esfuerzo de Nagel, quien, sin prescindir del funcionalismo, intentó construir un modelo lógico totalmente compatible con sus concepciones naturalistas, que permitirían contar con una versión científica, en un sentido más tradicional, de las explicaciones funcionales. Pero subsisten las controversias acerca de las explicaciones teleológicas en general y es imperioso que se las siga analizando y discutiendo.

Algunos filósofos han propuesto una distinción entre "explicar por causas" y "explicar por razones" (por ejemplo, Gilbert Ryle en su libro *El concepto de lo mental*). Las explicaciones causales son explicaciones nomológico deductivas entre las cuales figuran, junto a las premisas-leyes, las denominadas leyes causales. Pero a veces, entre los cultores de las ciencias humanas, psicólogos y psicoanalistas, se utiliza para comprender una acción humana la idea de *motivación*; se trataría de un tipo de actitud intencional con la cual se corresponderían estados del sistema psíquico del individuo y que darían sentido a su acción. De modo que aquí se distinguiría, por ejemplo, el haber adoptado un tipo de conducta por el interés que se tiene hacia una persona (motivación), de la causa (un estado hormonal del organismo que desencadena un proceso en su sistema nervioso central). Si esto fuera admisible, las explicaciones teleológicas podrían justificarse por cuanto las explicaciones causales ya no serían suficientes para dar cuenta de toda la conducta del individuo. En otro sentido, se tiene intuitivamente la sensación, a menos que seamos deterministas en un sentido total y extremo, de que las decisiones humanas no siempre son determinadas por una causalidad en el sentido natural de la palabra. Si fuese así, como las decisiones aparentan estar dirigidas hacia hechos del futuro, parecería que la idea de motivación y la posibilidad de explicar la conducta del individuo sin hacer uso de la noción de causalidad sería muy adecuada para una formulación científica de las explicaciones en el campo de las ciencias humanas y sociales. Las tentativas de Hempel, que pretenden reducir las explicaciones funcionales o por propósitos a los modelos naturalistas de explicación, de acuerdo con ello no serían todavía lo suficientemente exhaustivas como para descartar otro tipo de procedimiento explicativo.

El problema de la reducción



El filósofo de la ciencia Ernest Nagel (1901), nacido en la ex Checoslovaquia, ha aportado algunos de los enfoques más originales de los problemas que origina la tesis reduccionista. Es autor de La estructura de la ciencia, *libro ampliamente difundido.*

El reduccionismo

Existe un problema epistemológico que combina simultáneamente su vaguedad con la importancia filosófica que posee, y es el problema de la reducción, vinculado a cierta postura filosófica denominada precisamente *reduccionismo*. Para resumirla en breves trazos, implica la afirmación de que objetos o ámbitos de cierta naturaleza pueden, al fin y a la postre, definirse o caracterizarse en términos o en componentes que corresponden a otro ámbito, de naturaleza distinta. Un ejemplo paradigmático lo constituye la polémica vitalismo *versus* materialismo en biología. Si somos vitalistas, diremos que los fenómenos biológicos no pueden describirse en términos materiales (o, al menos, no totalmente); pero, si somos materialistas, sostendremos que hablar de seres vivos no es otra cosa que hablar de organismos complejos cuyos componentes son simplemente elementos, átomos, moléculas y, también, fenómenos de carácter químico. De modo que, según el materialista, si se tuviese un conocimiento suficientemente completo de las leyes físico-químicas, todo lo que puede afirmarse acerca de fenómenos fisiológicos y del comportamiento de los seres vivos admitiría una traducción en términos físico-químicos y estaríamos, finalmente, ante una descripción complicada de sistemas u organismos no esencialmente disímiles, en el fondo, a una computadora o a un reactor nuclear.

Es claro que detrás de esta discusión hay no sólo un problema científico, sino también filosófico; para muchos filósofos, no es conveniente suponer que existe este proceso de "reducción" que permite pensar las cuestiones relativas a una disciplina en términos de otra, en particular que todo lo que ocurre con los seres vivos es reductible a términos físico-químicos de la manera que, con alguna vaguedad, acabamos de describir. En términos de la física o de la química, no parece muy claro, según las ideas tradicionales que tenemos al respecto, ubicar exactamente a la ética y precisar en qué consisten los problemas morales. Al fin de cuentas, desde este punto de vista, las decisiones de los seres superiores como el ser humano o el funcionamiento mismo de los organismos vivos no serían otra cosa que un ejemplo *sui generis*, un tanto peculiar, de lo que podemos encontrar en la naturaleza inerte, o, al menos, de los fenómenos fácticos que ocupan el universo y el espaciotiempo. Siendo así, ¿qué sería de la noción de responsabilidad ética que asignamos, no a todos los seres vivos, pero sí al menos a los seres humanos? En una novela del escritor danés Gjellerup llamada *El peregrino Kamanta*, cuyo argumento transcurre en la India en la época del Buda, el protagonista, un peregrino, cae en manos de una banda de forajidos dirigida por un filósofo que decide pedir rescate por la liberación del prisionero. Si esto no ocurre, el peregrino será decapitado. El prisionero le pregunta entonces al filósofo: "¿No considera usted su actitud violatoria de la ética y, en última instancia, un crimen?" Entonces el filósofo trata de convencerlo de que cosas tales como la ética no existen y uno de los argumentos que esgrime es que, al fin de cuentas, el cuerpo humano no es más que un conglomerado de átomos y, por tanto, una espada que parte un cuello no es más que un cuerpo que pasa entre átomos; en consecuencia, los componentes últimos de la realidad, aunque queden separados por la espada, no dejan de ser lo que son: las partículas que constituyen todo organismo o sistema. De modo que la ejecución del prisionero no difiere del caso en que un marti-

llo parte una piedra. ¿Dónde está entonces la falta moral o el crimen en este caso?

Los reduccionistas, en esta discusión con filósofos que no comparten su punto de vista, aducen que el reduccionismo no implica la desaparición de la ética, ya que también ella podría reducirse a cierto comportamiento de la realidad en determinadas circunstancias, lo cual puede comprenderse si se piensa que lo bueno o lo malo pueden definirse sobre la base del acatamiento o no de las coerciones de una sociedad o de un grupo humano. Las coerciones sociales serían entonces situaciones dinámicas no distintas en su naturaleza a las que un material magnético puede ejercer sobre un trozo de hierro. Lo que quieren decir los reduccionistas es que, si la naturaleza última de la existencia se pudiese comprender en términos físico-químicos, serían comprensibles ciertos fenómenos que para muchos filósofos no parecen inteligibles. En otro sentido, insisten, si se procediese del modo en que ellos propugnan, desaparecerían toda una serie de prejuicios, fantasmas y supersticiones. En verdad, aunque reducir todo a términos físico-químicos puede hacernos creer que seremos presas del determinismo o, por lo menos, de leyes rigurosas que correspondan a este ámbito, es cierto también que toda una serie de prejuicios y de creencias en culpas, castigos y demás fantasías espiritualistas (muchos de los cuales han desaparecido a medida que retrocedía la superstición), dejarán de ejercer coerción y causar temor en nosotros, por lo cual, paradójicamente, estaremos en condiciones de mayor libertad, que experimentaremos en cuanto advirtamos que muchos temores seculares eran infundados.

No es nuestro deseo aquí insinuar la menor solución para esta cuestión, sino hacer comprender que los problemas que plantea el reduccionismo son de mucha importancia filosófica, ética y metafísica, pues implican preguntas acerca de la naturaleza última de la realidad. En este punto hay que señalar que la estrategia reduccionista, que en algunos episodios de la historia de la ciencia ha originado auténticas revoluciones, no puede practicarse siempre con el mismo éxito, por lo que no parece tópico concluido. Se puede pensar que la actitud reduccionista es una especie de postura metodológica consistente en decir: "Intentemos reducir las disciplinas más complicadas o más misteriosas en sus fundamentos a aquellas en las cuales la ciencia ha tenido éxito, porque, tal vez, al hacerlo, podamos aspirar a aumentar una comprensión del universo que, de otra manera, no alcanzaríamos".

En este punto, es posible advertir la conexión entre reducción y explicación. Si tenemos algún procedimiento para reducir una disciplina a otra y, en particular, cierta teoría a otra de una disciplina anterior, se comprenderá que las leyes de la disciplina que ha sido reducida se transforman en hipótesis derivadas de las teorías de mayor alcance. Si esto es así, las leyes fundamentales de una disciplina quedarán explicadas por las leyes o las teorías de la disciplina básica a la cual se reduce la primera. Uno de los atractivos epistemológicos y metodológicos de la reducción es que una disciplina quedará no sólo reducida sino, en cierto modo, explicada, sobre la base de las teorías exitosas de la disciplina fundamental. Así podría decirse, por ejemplo, que la teoría galileana del movimiento se reduce a la mecánica de Newton o que la óptica se reduce al electromagnetismo de Maxwell.

Uno de los logros más exitosos de la posición reduccionista aconteció cuando se formuló la teoría cinética de los gases y su forma posterior, más elaborada, la mecánica estadística. En la segunda mitad del siglo XIX, época de James Clerk Maxwell y Ludwig Boltzmann, se comprendió que la termodinámica de los gases admitía una formulación en la que, teniendo en cuenta que un gas encerrado en un recipiente es un conjunto de moléculas en movimiento en el espacio vacío, la noción de temperatura podía vincularse con la energía cinética promedio de tales partículas y la presión con las fuerzas ejercidas sobre las paredes durante el impacto de las moléculas sobre ellas. Con este tipo de traducción, convenientemente elaborada desde el punto de vista matemático, puede demostrarse que la mayoría de las leyes termodinámicas de los gases se transforman en hipótesis derivadas de la mecánica estadística, lo cual significó un triunfo del mecanicismo porque la termodinámica, en la primera etapa de su desarrollo histórico, parecía tratar con formas de energía irreductibles a las mecánicas. La termodinámica resultaba verdaderamente un desafío a la tradición mecanicista, según la cual todos los fenómenos físicos deben poder ser explicados a partir del supuesto de que el universo es un conglomerado de partículas gobernado por las leyes newtonianas. No obstante, el desarrollo posterior de la física mostró que la reducción de la termodinámica a la teoría cinética de los gases y luego a la mecánica estadística era solamente parcial y no extensible, en general, a todo tipo de situación termodinámica.

Algo similar ocurrió en el siglo XIX con la química orgánica. Aún hoy se suele llamar así a la química de las sustancias que parecen, casi por definición, estar ligadas esencialmente a los fenómenos de la vida. A principios del siglo pasado, muchos químicos tenían la convicción de que no era posible la síntesis de las sustancias orgánicas y que el comportamiento de éstas no era reductible enteramente a las leyes de la química inorgánica. Sin embargo, paulatinamente, los hallazgos de ciertos químicos fueron convenciendo a la comunidad científica, no sin que ello dejase de acarrear polémicas, de que era posible lograr la síntesis de compuestos orgánicos a partir de sustancias inorgánicas. El primero de estos episodios se vincula con la obra del químico alemán Friedrich Wöhler, quien en 1828 logró sintetizar la urea, un compuesto orgánico presente en la orina de los mamíferos. A partir de ese momento, la síntesis y la comprensión de la estructura molecular de una gran cantidad de sustancias orgánicas creció en forma exponencial. En la actualidad, después de haber logrado los químicos y bioquímicos la síntesis de compuestos orgánicos de muy alta complejidad, parece muy claro en esta área del conocimiento que la suposición metodológica reduccionista es eficaz: todo lo que se dice acerca de la célula y su comportamiento es reductible a conceptos físico-químicos y termodinámicos. No deben minimizarse, por otra parte, las consecuencias clínicas y tecnológicas de haber adoptado este punto de vista, pues nadie puede negar la importancia de los resultados obtenidos en el ámbito de la farmacología y la medicina en general.

Es verdad que no se ha demostrado hasta ahora teorema alguno que justifique la pretensión de que *todos* los fenómenos celulares puedan ser explicados a partir de supuestos físico-químicos y que la reducción sea siempre posible en este ámbito. Hasta el momento, la posición reduccionista no es más que una estrategia metodológica, acerca de la cual seguimos confiando en virtud de ciertos éxitos que ha tenido, lo cual implicaría una suerte de obligación moral de emplearla sistemáticamente. Será el futuro, en todo caso, el que, a través de alguna contraexperiencia, podría mos-

trar que la estrategia no es adecuada. Dicho de otro modo: la hipótesis reduccionista, al menos en el campo de la biología, parece estar sistemáticamente corroborada y no tener, hasta ahora, refutación alguna. Por consiguiente, se halla en la misma situación que muchas de las mejores hipótesis y teorías del panorama de la ciencia. Y, si se quiere, en condición aun más ventajosa que ellas, por cuanto en la actualidad la vida útil de las teorías científicas propiamente dichas suele ser bastante breve, lo cual no sucede con la hipótesis reduccionista.

Reduccionismo y psicoanálisis

A propósito de la cuestión que estamos tratando se han planteado problemas en otros campos de la ciencia. Una pregunta que puede hacerse, por ejemplo, es si existe la posibilidad de reducir la psicología a la biología. ¿Es posible adoptar con el discurso psicológico una táctica reduccionista similar a la que describimos anteriormente para la biología, es decir, que transforme el conocimiento y las afirmaciones de la psicología en el que corresponde a la biología? Esta esperanza se encuentra en muchas de las corrientes psicológicas contemporáneas, tanto en aquellas originadas en la ex Unión Soviética, vinculadas con la escuela pavloviana de investigación reflexológica, como en la escuela conductista que, en sus diferentes variantes, tuvo singular éxito en los Estados Unidos y en muchas otras, originadas en Europa, que son consonantes con este punto de vista.

En cierto modo, también la psicología cognitiva contemporánea y las neurociencias adoptan el reduccionismo para diseñar modelos de actividades psicológicas simuladas por medios que corresponden, más bien, a la informática, a la computación y, por isomorfismo, a la teoría de las redes neuronales. Se trata, al menos por el momento, de un proyecto que aún no ha logrado un éxito completo y unánimemente aceptado, pero muchos investigadores tienen gran expectativa depositada en los resultados que podrían ser obtenidos en el futuro. Incluso hallamos epistemólogos distinguidos, como Mario Bunge, que hacen del reduccionismo casi una bandera metafísica y moral, porque consideran que la ciencia contemporánea ha mostrado la reductibilidad de la mente a las actividades del cerebro y del sistema nervioso central. Estos autores señalan con un dedo acusador a toda teoría psicológica que, al menos en su particular interpretación, sostenga que los fenómenos psicológicos son irreductibles a los fisiológicos y, en este sentido, destinan al psicoanálisis durísimas críticas. Según Mario Bunge, la tesitura psicoanalítica iría a contramano de lo descubierto por las diferentes investigaciones realizadas por los fisiólogos contemporáneos. Sin embargo, el autor de este libro no ha encontrado jamás, ni en Freud ni en sus seguidores más ilustres, ninguna afirmación similar a las que critica Bunge, quien parece creer que tales psicoanalistas han sostenido la existencia de fenómenos mentales totalmente independientes, en su naturaleza, de los materiales.

En realidad, Freud proviene de la llamada escuela de "médicos fisicalistas" vinculados a la postura filosófica, metodológica y científica del fisiólogo alemán Hermann Helmholtz, quienes se habían juramentado para explicar todo fenómeno de la conducta humana en términos físico-químicos. Por tanto, Freud adhirió a una posición

reduccionista, y es convicción de quien esto escribe, en consonancia con otros autores, que nunca abandonó esta creencia. Sin embargo, Freud parece haber advertido que el estudio de los aspectos psicológicos de la conducta humana puede ser llevado a cabo sin necesidad de utilizar la reducción. Lo que señala es que se pueden comprender una serie de fenómenos psíquicos (resistencia, represión, mecanismos de defensa) o sectores de la conducta (conducta superyoica, conducta inhibida, hechos inconscientes), sin que nos veamos obligados a la reducción a términos físico-químicos. Es verdad, sin embargo, que hay métodos de simulación en psicología mediante los cuales se puede lograr que, convenientemente programada, una computadora simule conductas neuróticas o represivas, lo cual ofrecería una comprensión reduccionista de los fenómenos que estudia el psicoanálisis. En el mismo sentido, la teoría de las redes neuronales quizá permita en el futuro comprender mejor estos aspectos de la conducta. Podrá ocurrir o no. Pero lo que Freud parece haber pensado al formular sus hipótesis (sean ellas correctas o no) es que, para referirse a las entidades y a los fenómenos psicológicos en estudio, los términos teóricos empleados deben caracterizarse simplemente, a través de tales hipótesis, por sus propiedades y relaciones mutuas, dejando abierta la posibilidad de una futura reducción. De modo que, en principio, se pueden aceptar las afirmaciones de Freud ya seamos dualistas y empleemos un lenguaje mentalista, o bien seamos materialistas o monistas y aceptemos en último término la reducción físico-química de estos términos. Al respecto, es curiosa una referencia que Freud hace a este problema en su libro ***Introducción al narcisismo*** cuando afirma, después de haber discutido algunos fenómenos que corresponden a su descripción de la mente humana y su funcionamiento, que su enfoque podría ser tildado de excesivamente "psicologista" porque no toma en cuenta la posibilidad de una reducción a términos físico-químicos.

Del mismo modo, podríamos comprender muchos fenómenos sociológicos sin vernos obligados a reducir todo lo que decimos sobre comunidades humanas o actores sociales en términos de moléculas y átomos, lo cual no sólo sería una bellaquería sino además una tarea totalmente imposible, no obstante el hecho de que, ciertamente, las comunidades y los individuos son conjuntos de átomos. Quien quisiera utilizar aquí una traducción reduccionista, en forma sistemática y al pie de la letra, se encontraría ante la imposibilidad total de hacerlo porque no podría tener información completa sobre una prácticamente infinita cantidad de esas partículas elementales. En síntesis, para comprender un rasgo de la conducta humana o una revolución en la historia de la sociedad contemporánea, no parece entonces ser necesario que el psicoanalista o el sociólogo deba ser previamente un experto en teoría atómica o mecánica cuántica.

El autor de este libro aclara que simpatiza con el reduccionismo quizá por razones de formación profesional y convicciones filosóficas, pero a la vez cree que el adoptar actualmente dicho enfoque no ayudaría en absoluto a la investigación psicológica o sociológica: Como bien afirma Freud, la posición monista a este respecto tiene tan poca pertinencia como el usar la información de que todos descendemos de Adán y Eva en un juicio de sucesión. Es costumbre entre los que discuten problemas epistemológicos del psicoanálisis decir a este respecto que Freud es un "monista ontológico", o sea, que realmente admite la reducción de los objetos psicológicos

a términos físico-químicos, pero supone que esa tesitura no es metodológicamente útil para poder encontrar leyes científicas de la conducta. En efecto, no poseemos en este momento, diría Freud, información acerca de cómo reducir las leyes psicológicas a leyes físico-químicas, y por ello reconocería su monismo ontológico pero adheriría a un "dualismo metodológico" en cuestiones de investigación. Esta posición de Freud es interesante, y sugiere que la rígida interpretación de Bunge no casa convenientemente con los hechos.

Reduccionismo ontológico

La discusión anterior acerca del pensamiento de Freud muestra que la tesitura reduccionista tiene matices, ya que no es lo mismo hablar de reducción de objetos que conectar las leyes de una disciplina con las de otra. Debemos ofrecer por consiguiente algunas precisiones para eliminar, hasta donde ello sea posible, la vaguedad de lo que se llama reduccionismo. Y es aquí donde podría dividirse la discusión en aspectos diferentes desde un punto de vista lógico. En primer lugar, definiremos como "reduccionismo ontológico" a la tesis según la cual, si tenemos una disciplina *A*, que podemos llamar *básica*, y una disciplina *B* que intentamos reducir a la anterior, lo que se afirma es que las entidades de *B* son, en el fondo, estructuras cuyos componentes, relaciones, correlaciones y funcionamiento corresponden a la disciplina *A*. El reduccionismo ontológico, entonces, es la tesis de que todo aquello de lo que trata la disciplina *B*, a ser reducida, no es, pese a su apariencia de entidad simple, más que un complejo, estructura o sistema cuyas propiedades deben comprenderse en términos de las entidades de la disciplina *A*. Por ejemplo, la afirmación de que la temperatura de un gas no es otra cosa que un promedio de las energías de un conjunto de moléculas resulta, en el fondo, un ejemplo de reduccionismo ontológico; aquí se dice cuál es la esencia de la temperatura como entidad, de la que se ocupan la calorimetría y la termodinámica, y se afirma que, en último término, se vincula con propiedades cinéticas del conjunto de moléculas que constituyen el gas.

Quien adopte esta posición tan severa no puede sencillamente limitarse a afirmarla; mientras no haga otra cosa, se dirá de él que ha adherido a una postura filosófica o bien que ha formulado una hipótesis metodológica acerca de cómo proseguir su investigación. Desde el punto de vista científico, tiene además que mostrar, de algún modo explícito, una caracterización de las entidades a ser reducidas en términos de las que corresponden a la disciplina básica. En algunas circunstancias ello es posible, pero en otras no lo es.

A fines del siglo pasado y a comienzos de éste, la posición de los matemáticos llamados "logicistas" implicaba una posición reduccionista en el sentido ontológico. Discrepaban con los "formalistas", para quienes analizar la matemática significaría solamente un análisis del discurso matemático. Los logicistas creían en la existencia de las entidades matemáticas y, en cierto modo, rehabilitaban 2 400 años de concepciones platónicas. Para el logicista los números existen, aunque, a diferencia de lo que afirmaba Platón, se trata de entidades lógicas y no de entidades matemáticas a su propio derecho. Ésta es la cuestión, precisamente, en que la posición reduccionista

entra a tallar. En primer lugar, observemos que hablar de entidades lógicas implica admitir la existencia de entidades, no importa que se trate de conjuntos, clases o relaciones en lugar de números. Pero la cuestión es que, si admitimos tal existencia, estaremos haciendo una admisión de carácter ontológico. Los logicistas modernos como Gottlob Frege y Bertrand Russell se planteaban la siguiente cuestión que Platón nunca pudo haber sospechado: además de las entidades lógicas, ¿es necesario admitir entidades matemáticas como los números? ¿Es necesario, además, distinguir entre los números naturales, quizá los más simples y básicos, de otras entidades de la disciplina en cuestión? ¿Habría algo muy diferente como, por ejemplo, los números irracionales, que en la notación decimal se expresan mediante expresiones, a la derecha de la coma, infinitas y no periódicas? El hallazgo que entusiasmó a los logicistas y que muchos reduccionistas quisieron imitar en otros campos distintos de la matemática, fue mostrar que era posible definir todas las entidades matemáticas a partir de los números naturales. En cierto sentido, los números negativos, los racionales, los irracionales, los complejos, podrían ser concebidos como peculiares estructuras conjuntísticas constituidas por elementos que serían, en última instancia, los números naturales relacionados y estructurados de cierta manera particular. Sorprendente fue también advertir que los propios números naturales, a los cuales el resto de la matemática se habría reducido, podían contemplarse, a su vez, como peculiares estructuras definidas a partir de conjuntos, y los conjuntos serían un tipo especial de entidades lógicas. Si fuese así, se entiende la afirmación, al menos tomada parcialmente, de que la matemática es un capítulo de la lógica; esto significaría al menos que las entidades de las que hablan las matemáticas son, en el fondo, entidades lógicas. Éstas lo serían en un sentido tan complicado y estructurado que exige un capítulo muy peculiar y muy extenso de la lógica, la matemática, para el estudio de sus propiedades y características.

El programa reduccionista de los logicistas parecía marchar por buen camino hasta que se presentaron ciertas antinomias lógicas que lo entorpecieron. Pese a ello, se puede decir que la labor de los logicistas fue una victoria del reduccionismo ontológico, al menos en primera instancia. Ocurre que no es fácil de imitar en otros terrenos; no es inmediato, por ejemplo, imaginar cómo se puede caracterizar desde el punto de vista reduccionista ontológico el "deseo" en psicología para entenderlo en términos biológicos. En síntesis, el reduccionismo ontológico presenta dificultades y limitaciones, y no resulta de mucha utilidad salvo que dispongamos de la definición o hipótesis reductora de las entidades de la disciplina *B* a las de la disciplina *A*.

Reduccionismo semántico

Una forma alternativa de reduccionismo, que presenta dificultades análogas a la anterior, es lo que podríamos llamar "reduccionismo semántico". En este caso no se intenta afirmar que ciertas entidades son reductibles a otras entidades, sino algo muy distinto: que el lenguaje de la disciplina *B*, la que se quiere reducir, puede ser traducido al lenguaje de la disciplina básica *A*. Habitualmente suponemos que el lenguaje tiene mucho que ver con los objetos o entidades a los que nos referimos cuando usa-

mos estructuras o expresiones lingüísticas, pero no todos los lingüistas y metodólogos concuerdan con ello. Algunos tienen propensión a limitarse a las propiedades sintácticas del lenguaje, como ya señalamos a propósito de los formalistas en matemática, y a interpretar las cuestiones semánticas y de significación como una cuestión que atañe exclusivamente a las expresiones lingüísticas y sus relaciones mutuas. Si se adopta esta posición, se puede ser reduccionista en el sentido semántico de la palabra, porque se intenta traducir un discurso a otro tipo de discurso sin necesidad de admitir que se está tratando con entidades. Aquí los únicos problemas en discusión versarían acerca de expresiones y de su traducción de un lenguaje a otro.

Ahora bien, aun cuando fuésemos partidarios de teorías semánticas y adoptásemos la tesis de que el lenguaje tiene referencia externa a su propia estructura (es decir, que al hablar nos referimos a entidades), el problema de la reducción tendría otro carácter. Con frecuencia, entre las palabras y términos que hallamos en el lenguaje, hay algunos que tienen significado sin que por ello tengan denotación o designación. Hay palabras que no designan y, sin embargo, tienen significado. Un ejemplo de ello son los ya mencionados términos lógicos del tipo "y", "o", "si ... entonces", "si y sólo si", denominados *conectivos*, y cuya función es ayudar a formar enunciados complejos a partir de enunciados simples, tales como "Truena y llueve" o "Si truena, entonces llueve". Ellos tienen significado porque comprendemos qué tipo de afirmación simultánea se efectúa cuando se dice que truena y a la vez llueve, o bien que es condición suficiente el percibir el trueno para que llueva. Aquí tenemos cuestiones de significación sin que haya denotación y, por tanto, un mero problema de traducción. Los lógicos saben que el lenguaje del "y" puede reducirse al lenguaje del "o" y del "no", y también que el lenguaje del "o" puede reducirse al del "y" y del "no", no obstante lo cual no se presenta un problema de entidades ni de reducción ontológica. Lo grave es que muchas veces tomamos como palabras denotativas algunas que, en verdad, no tienen denotación. Por ejemplo, una palabra como "duro" puede interpretarse como aludiendo a una propiedad de ciertos cuerpos, pero a la insinuación de caracterizar dicho significado podríamos responder que un objeto es convencionalmente duro, por definición, si es "más duro que el hierro" o alguna otra sustancia previamente convenida. El problema se traslada entonces al significado de "más duro". Se podría insistir diciendo que ello corresponde a una relación, pero no es forzoso: para un geólogo, por ejemplo, el significado de "más duro" se relaciona con cierto *test*, llamado "de la rayadura", que implicaría lo siguiente: "x es más duro que y" significa que x raya a y pero y no raya a x. (El plomo es más duro que el talco porque lo raya a éste, pero no a la inversa.) Planteado el problema de esta manera no es necesario suponer que "más duro" denota una relación; parece, más bien, la abreviatura de una locución más amplia y, si se quiere, podría decirse que hemos hecho una reducción semántica de la expresión "más duro", por cuanto la podemos traducir mediante otra ya comprendida, aunque más compleja, anterior, en términos de "rayar a".

En síntesis, el reduccionismo de carácter semántico sugiere la posibilidad de dejar de hablar con un cierto vocabulario y cierta terminología para decir lo mismo en términos de una disciplina anterior. Visto de esta manera, reducir la biología a la física no implicaría afirmar que las entidades de la biología son estructuras constituidas por estructuras físico-químicas; más bien es decir que el modo de hablar de los biólogos podría ser reemplazado por un modo de hablar sobre asuntos de física y química. Si bien esta forma de reduccionismo semántico no está desconectada del reduccionismo ontológico, es necesario advertir que lleva a problemas diferentes. Podría ser practicable el reduccionismo ontológico pero no el reduccionismo semántico. Al no tener suficiente información física acerca de los fenómenos constitutivos de las estructuras biológicas podemos, en determinado momento de la historia de la ciencia, estar incapacitados para hacer la traducción. Esto muestra por qué el problema se ha hecho aquí diferente. Es verdad que los científicos que han tenido éxito al hacer una reducción ontológica permiten de hecho hacer la correspondiente reducción semántica. No cabe duda de que las reducciones que propusieron en matemática los logicistas sirvieron también para traducir el lenguaje de la matemática al de la lógica, pero lo inverso, el hacer una reducción semántica en el discurso matemático o lógico no siempre involucra cuestiones ontológicas.

Lo que hemos dicho con respecto a la palabra "duro" y a la expresión "más duro" podría resultar practicable también para palabras como "inteligente". Para Gilbert Ryle, una reducción conductual de la palabra "inteligente" sería la siguiente: "X es inteligente" se traduciría por "Toda vez que se presenta a x una situación difícil o un problema complicado, x supera la situación o resuelve el problema". Si el lector examina lo peculiar que hay en esta definición, advertirá que "inteligente" no designa una propiedad; tampoco se pretende realizar una reducción ontológica. Lo único que se afirma es que la calificación verbal de "inteligente" se aplica a una persona cuando ésta reacciona de cierta manera a un determinado tipo de estímulo o desafío.

Reduccionismo metodológico

Una tercera clase de reducción, quizá la más interesante para nosotros y la que tiene más conexión con el problema de la explicación, es la denominada "reduccionismo metodológico". De lo que se trata aquí, dicho de una manera informal, es de reducir una teoría a otra. Pero, ¿qué significa esto? En realidad, tal reducción puede entenderse de diversas maneras. La más simple sería la siguiente: si A es la teoría básica y B la que se desea reducir, la reducción exigiría a) que se definan todas las palabras de B a partir de las de A, lo cual implica una reducción semántica, y b) que las hipótesis de la teoría B sean hipótesis derivadas de la teoría A. En una palabra, la reducción metodológica significaría una reducción semántica del lenguaje de la teoría B al lenguaje de A, con la exigencia resultante de que, al hacerlo, se descubra que B es una teoría derivada de A. Es necesario señalar que, si no hiciéramos previamente la reducción semántica, no podríamos advertir, debido a que las teorías A y B emplean vocabularios diferentes, la dependencia deductiva de una con relación a la otra: la "máquina de deducir" no nos permitiría acceder a las locuciones de B a partir de las de A. La primera etapa, la de reducir el vocabulario es, entonces, imprescindible para realizar la reducción metodológica.

Ocurre en matemática, a propósito de la escuela logicista, que ciertas teorías matemáticas son reductibles a otras si se realiza la conveniente reducción semántica y,

además, los postulados de ambas teorías han sido elegidos convenientemente como para transformar a la teoría reducida en derivada de la básica. Pero no siempre se tiene esta suerte. Podemos disponer de dos teorías y llevar a cabo la reducción semántica con éxito, pero, al fin y a la postre, descubrir que aun así la traducción de los postulados de la teoría reducida a la básica no proporciona hipótesis derivadas en esta última. La conclusión es que la reducción metodológica, tal como la hemos descrito, no resulta un regalo automático de haber hecho una reducción en el sentido semántico. De todos modos, resulta interesante advertir que esta situación no es típica. La situación real es algo más complicada e importa tener en cuenta a este respecto un modelo que ofrece Nagel en *La estructura de la ciencia*, que, a propósito de esta problemática, resulta ser una estructura tan famosa como la nomológico deductiva de Hempel en cuanto a la explicación científica. La analizaremos brevemente.

Consideremos nuevamente las teorías *A*, básica, y *B*, a ser reducida. Sabemos que en *B* se emplea un vocabulario que no aparece en *A*, y la tentación sería reducirlo al de *A* mediante una reducción semántica. Como ya lo hemos señalado, esto no es fácil ni tampoco, a veces, suele ser exitoso. Piensa Nagel que hay una situación más general en este punto: no se trata de traducir el vocabulario de *B* al vocabulario de *A*, ya que, en principio, es necesario admitir que cada disciplina tiene su problemática definida y, por tanto, cuando un especialista habla de sus problemas sabe de qué habla y a qué situaciones aplica su lenguaje. Lo que importa, según Nagel, es que en ciertas circunstancias hay una correlación entre lo que sucede con las entidades de *A* y las entidades de *B*, lo cual nos lleva nuevamente a una noción que ya hemos usado muchas veces: la de regla de correspondencia. En este caso tendríamos hipótesis que contienen simultáneamente términos del vocabulario de *B* y términos del de *A*. Como aquí no estamos hablando de términos teóricos, la noción de "regla de correspondencia" es un tanto distinta de la que empleamos en el Capítulo 4, pues estamos simplemente conectando dos vocabularios y no de manera semántica (lo cual permitiría una traducción), sino formulando hipótesis acerca de cómo se correlacionan situaciones descritas por expresiones en el vocabulario de *B* con otras que emplean el de *A*. Tenemos entonces no dos sino tres elementos: la teoría *A*, la teoría *B* y el conjunto *C* de reglas de correspondencia que vinculan expresiones en el vocabulario de *A* con otras formuladas en el de *B*. De paso sea dicho, si estuviéramos ante una reducción semántica no escaparíamos de esta situación, porque las definiciones que reducen el vocabulario de *A* al de *B* actuarían de todas maneras al modo de reglas de correspondencia. Pero lo general, para Nagel, es que no estamos definiendo sino correlacionando*. Hecha esta aclaración, diremos que la teoría *B* se reduce a la teoría *A* si de los postulados de *A* y las reglas de correspondencia *C* se deducen los postulados de *B*. Por tanto, al reducir no estamos eliminando las entidades de la teoría reducida; no decimos que las entidades biológicas son entidades físico-químicas ni traducimos un vocabulario al otro. Curiosamente, en cierto modo, cada disciplina conserva la legitimidad de su discurso para el ámbito al cual se refiere y nada queda, por así decir, eliminado. ¿Cuál es entonces la ventaja de proceder de este modo? Que si admitimos las reglas de correspondencia, o sea, vinculamos cada situación en *A* con otra situación en *B*, podemos explicar y hasta prever qué sucede en la teoría *B* sobre la base del mero conocimiento de lo que sucede en *A*.

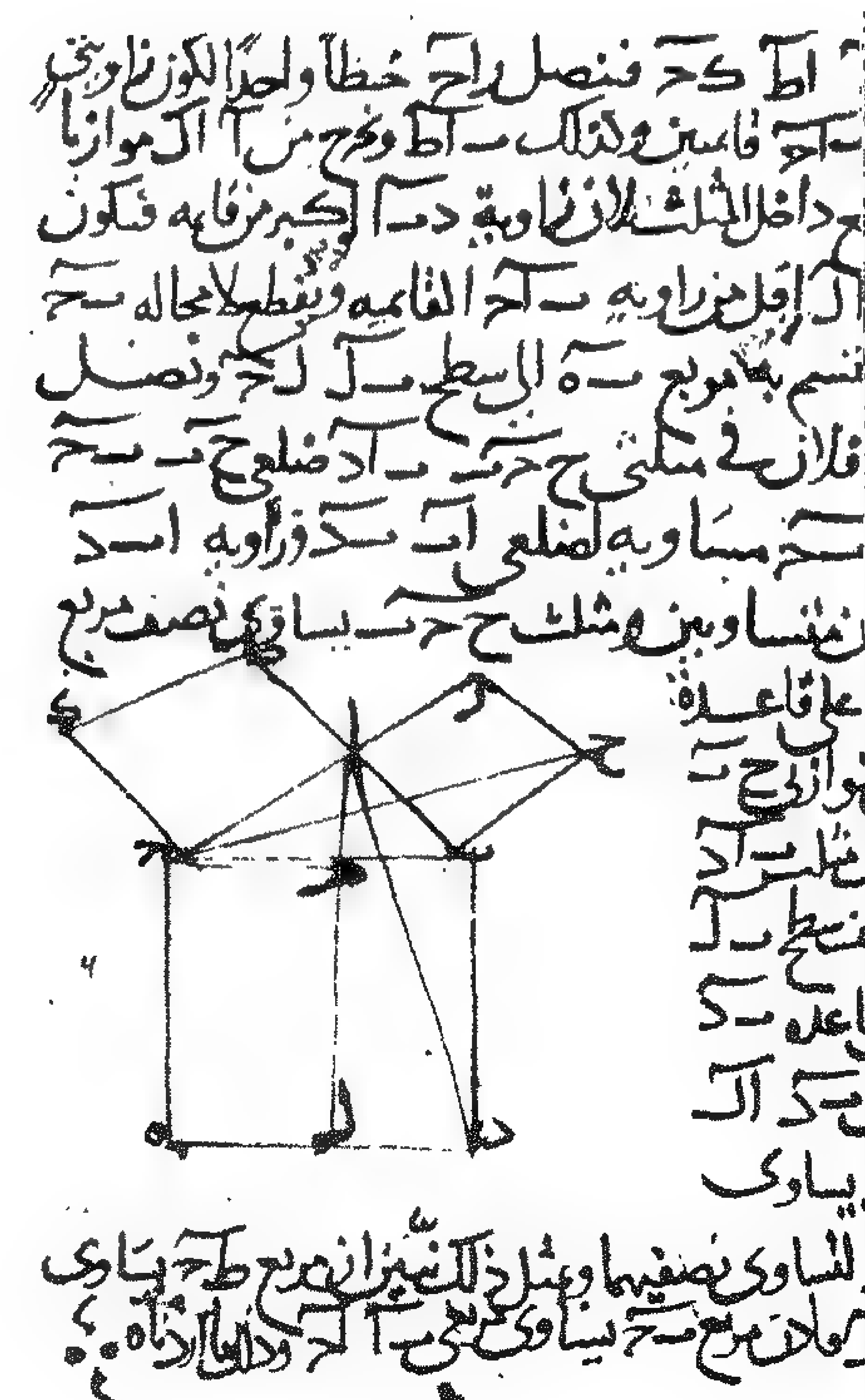
* Nótese que la denominación "reglas" (de correspondencia) no es correcta si se la entiende en un sentido normativo; se trata en realidad de hipótesis y deberían ser llamadas "hipótesis de correspondencia".

Desde este punto de vista, reducir, por ejemplo, la psicología a la biología, no consiste en formular hipótesis ontológicas ni realizar traducciones semánticas; es, por ejemplo, correlacionar descripciones de las conductas en el vocabulario psicológico con descripciones de las mismas en un vocabulario fisiológico o corporal. Esto es lo que sucede cuando hablamos de inteligencia: podemos correlacionarla con la manera de conducirse de una persona ante la necesidad de resolver problemas, lo cual no significa *definir* el término. Si todo aquello que mencionan los psicólogos en el marco de sus teorías se pudiera deducir de las reglas de correspondencia y las teorías que tratan acerca de la conducta corporal y los fenómenos fisiológicos, podríamos decir que hemos reducido la psicología a la biología. Este punto de vista parece, realmente, muy interesante y constituiría, a nuestro juicio, la estrategia reduccionista más general para ser empleada en epistemología y en metodología de la ciencia.

Es conveniente señalar que nuevamente reaparece en nuestras discusiones el tema de la explicación y, especialmente, cuando consideramos el modelo de Nagel. Éste, siendo un modelo reduccionista menos pretensioso que el ontológico o el semántico, afirma que la reducción de una teoría a otra consiste en lograr una explicación de las leyes de la teoría *B* en términos de las de *A*, con el auxilio de reglas que vinculan afirmaciones realizadas en el vocabulario de *A* con otras que se formulan en el vocabulario de *B*. Por consiguiente, aunque la noción de explicación científica es más profunda y general que la de reducción, reducir y explicar se vinculan en el siguiente sentido: una teoría queda explicada por aquella a la que metodológicamente se reduce.



La matemática y el método axiomático



La matemática griega clásica está indisolublemente vinculada al nombre de Euclides de Alejandría, el autor de los Elementos, *libro en el cual por primera vez se presenta a la geometría como un sistema deductivo. La ilustración, de una versión árabe del año 1258, corresponde a la demostración del teorema de Pitágoras.*

El discurso de la matemática

El lector habrá advertido que hasta el momento no nos hemos ocupado del método o de los métodos de la matemática, y que la lógica sólo ha sido mencionada para comprender una de sus funciones principales en el método hipotético deductivo: la posibilidad de derivar enunciados a partir de otros, operación fundamental para la práctica de la contrastación. Ya señalamos que el método hipotético deductivo se dirige especialmente a las ciencias fácticas, que se ocupan con plena responsabilidad semántica de aludir a entidades y situaciones que corresponden al mundo de lo concreto, en referencia a objetos, cosas, entidades localizadas en el espacio y en el tiempo. La pregunta sería entonces: ¿cuál es la pertinencia del método hipotético deductivo en la matemática y, en general, en las ciencias que, un tanto imprecisamente, se denominan ciencias formales?

Discutiremos la cuestión en el caso específico de la matemática. Aquí la tentación es responder a la pregunta anterior afirmando: ***ninguna***. No existe en matemática la menor posibilidad de aplicar el método hipotético deductivo. En principio la respuesta es correcta, debido al hecho de que la matemática realmente se vale de otros instrumentos metodológicos para su desarrollo. Sin embargo, preferimos no ser tan terminantes, sobre todo en vista de opiniones como las de Polya y otros estudiosos del método inductivo y su uso en matemática, según las cuales, a propósito de ciertos problemas matemáticos, se formularían hipótesis que serían analizadas de un modo peculiar, sin el concurso de aspectos empíricos. Pero este empleo de la idea de hipótesis sería bastante colateral y de poca envergadura frente al hecho de que el método esencial de la matemática parece ser algo totalmente diferente. Se lo vincula con la tradición pitagórica, en la que se privilegian nociones tales como las de *operación* y de *cálculo*. Tal como lo conciben los lógicos contemporáneos y gran parte de los epistemólogos de las ciencias formales, dicho método está vinculado con la concepción según la cual el discurso matemático es, en último término, algo similar a un cálculo: está compuesto por signos para los cuales hay reglas de manipulación y de construcción de expresiones, pero tanto en los signos como en las expresiones *el componente semántico se halla ausente*. Como dicen los lingüistas, estaríamos ante un fenómeno puramente sintáctico. Para emplear la terminología de lógicos como Peirce y Morris, se reserva la palabra "sintaxis" para todo aquello que involucre signos y sus combinaciones, y la palabra "semántica" para el caso en que se contemple el significado y la referencia dirigida hacia entidades externas al lenguaje. A ello habría que agregar la "pragmática", vinculada al uso de las expresiones. Cada uno de estos aspectos del fenómeno lingüístico, la sintaxis, la semántica y la pragmática, origina problemas muy ligados entre sí, pero constituyen, realmente, ámbitos de estudio diferentes, aunque en conjunto se las considere formando parte de la disciplina llamada "semiótica" o "teoría general de los signos".

Sintaxis y semántica: los sistemas axiomáticos

De acuerdo con lo anterior, el discurso matemático sería un fenómeno exclusivamente sintáctico; por tanto, el matemático manipula o construye algoritmos, formas de combinar, reemplazar, sustituir y producir expresiones constituidas por sistemas de signos propuestos para cada capítulo de su disciplina. Todo ello se corresponde con la idea de cálculo, muy tradicional en la línea algebrista de la matemática; en cierto sentido, el poder de la matemática radica precisamente en que nos permite aprender a calcular, aunque las aplicaciones del cálculo puedan ser de naturaleza muy diversa. Una vez que sabemos calcular, podemos poner nuestro conocimiento, por ejemplo, al servicio de la contabilidad o la agrimensura para estimar costos o dimensiones de un terreno. Lo revolucionario en la época contemporánea es haber pensado que la idea de cálculo debe ser extendida mucho más allá de la simple aritmética de operaciones tales como sumar o multiplicar.

Se trata entonces de construir, combinando signos y vocabularios de la matemática, expresiones que, si bien semejan a las significativas del lenguaje ordinario, no tienen significación. ¿Cuál es la utilidad de proceder de esta manera? Que si queremos aplicar la matemática a un tema especial, la significación puede ser añadida posteriormente, y entonces las palabras matemáticas adquirirán, a través de una determinada interpretación, la capacidad de referencia a los objetos o entidades que constituyen nuestro tópico especial. En tanto no hagamos tal cosa, la matemática será algo así como un discurso imitativo del ordinario pero en el cual la significación está ausente, como a la espera de que alguna conveniente interpretación le añada el significado faltante. No obstante, no hay que pensar que las agrupaciones de signos así construidas sean totalmente convencionales, porque es necesario tomar ciertas precauciones al realizar esta tarea sintáctica. Puesto que los signos sin significación podrán, en su momento, ser interpretados de una determinada manera, hay que imponerles ciertas *categorías sintácticas* para impedir que se los emplee sin orden ni concierto. De otro modo, se podrían obtener absurdos al realizar la traducción, en particular porque la interpretación producirá ciertas expresiones significativas de las cuales, luego de emplear las reglas lógicas ordinarias de deducción, surgirán otras igualmente significativas. Por ello es importantísimo hacer notar que, si bien para desarrollar esta suerte de "juego sintáctico" podríamos adoptar en principio reglas arbitrarias destinadas a transformar unas expresiones en otras, lo cual daría lugar a lo se suele llamar genéricamente "sistemas sintácticos", es necesario imponer un requisito accesorio: que dichas reglas se correspondan con las leyes de la lógica deductiva formal. Como ya señalamos en el Capítulo 5, en esta disciplina el significado o "contenido" de las expresiones no se tiene en cuenta y sólo se atiende a las *formas* de los razonamientos. Realizadas por tanto las convenientes distinciones de categoría y teniendo en cuenta las reglas morfológicas que nos imponen la lógica y la lingüística, las reglas de transformación de unas expresiones en otras coincidirán entonces con las leyes formales de la lógica deductiva.

¿A qué se deben tantas precauciones? La idea implícita es que, cuando hagamos la interpretación, las afirmaciones meramente potenciales se han de transformar en afirmaciones "de carne y hueso", a la vez que las deducciones formales se transformarán en deducciones aplicadas que nos llevarán de hipótesis o verdades que ya poseemos hacia nuevas hipótesis o verdades. En cierto modo, esta visión de la matemática hace que el discurso matemático sea algo así como un esqueleto a ser revestido de la carne que le ofrece una interpretación y lo transforma en algo vivo y útil. Para utilizar otra metáfora: el lenguaje matemático es una especie de cuerpo desnudo al que hay que vestir según las circunstancias y los fines que se deseen lograr con él. Sin embargo, en sí mismo, el método matemático sería solamente una combinación de ardides sintácticos generales que aprendemos de la lógica, en particular de la teoría de la deducción, y de la lingüística en general. En cada uno de los sistemas de la matemática así entendida, llamados *sistemas axiomáticos*, ello permite tomar arbitrariamente, a modo de un juego, algunas de estas expresiones (o *fórmulas*), como *axiomas*, término que se emplea en homenaje a Aristóteles porque así llamaba él a los puntos de partida de sus disciplinas. Sin embargo, debemos insistir una vez más en que aquí "axioma" es una peculiar combinación de signos sin significado, en tanto que el filósofo griego destinaba tal denominación, como hemos visto en el Capítulo 6, para designar una verdad fáctica evidente e indiscutible.

Efectivamente, en este caso, los axiomas son simplemente los puntos de partida de un juego formal o sintáctico en el que, mediante el empleo de tales axiomas y de reglas lógicas, serán introducidos los *teoremas*, término que Aristóteles reservaba para los enunciados que se deducen de aquellos puntos de partida. Obviamente, al igual que los axiomas, los teoremas son, para cada sistema axiomático de la matemática, ***nada más que un conjunto de fórmulas***. Si luego se los utiliza en alguna aplicación, se los interpretará; en tal caso, los signos adquirirán significado y, si se logra probar que los axiomas se han transformado en verdades de una disciplina científica, se admitirá por tanto que los teoremas serán a su vez también verdades. Se comprende, por tanto, cuáles han de ser las utilidades potenciales de la matemática, aunque ésta haya sido llamada alguna vez la "ciencia vacía" (de significados).*

Puede suceder que, una vez hecha la interpretación de un sistema axiomático, no sepamos con certeza si los axiomas se han transformado o no en verdades, pero sí que se han convertido en hipótesis fundamentales pertenecientes a una teoría fáctica. En tal caso, los teoremas se habrán transformado en hipótesis derivadas de la teoría. De hecho, lo más frecuente será que un sistema axiomático, al ser interpretado, se transformará total o parcialmente en un sistema hipotético deductivo. La matemática, en este sentido, sería algo así como una horma o molde con el cual, por medio de distintas interpretaciones, podemos obtener sistemas hipotético deductivos o, por lo menos, partes de ellos, cuyo "esqueleto" se ha intentado previamente describir de modo formal o sintáctico.

En síntesis, el método hipotético deductivo no cabe dentro de la matemática, pues lo que constituye el método fundamental de ésta es el método axiomático: la posibilidad de definir distintas combinaciones de expresiones sin significado para constituir con ellas diversos sistemas lingüísticos con axiomas, las reglas formales de

* Es conveniente señalar que aquí estamos empleando la palabra "interpretación" para indicar la asignación de significado a aquello que no lo poseía. No se debe confundir este uso del vocablo con otros, tal como el de descubrir un significado, oculto o impreciso, ya presente en una expresión.

deducción y teoremas que, mientras no se agregue el componente semántico serán, realmente, puro algoritmo y combinatoria formal. Potencialmente, empero, tales sistemas axiomáticos son muy útiles, puesto que cada uno de ellos puede ser interpretado y transformado en una teoría fáctica significativa y, más aún, en muchas de ellas, ya que a cada sistema se le puede otorgar interpretaciones distintas.

El método axiomático es, entonces, de alguna manera, lógica aplicada. Cierto es que la matemática puede estudiarse por el puro gusto formal y por amor a los algoritmos; no se asombre por tanto el lector de que haya "matemáticos puros" que aman y practican esta actividad con el mismo derecho con que otros gozan con la algorítmica del ajedrez o la que deriva de ciertas formas de composición musical. Pero aparte de ello, lo que justifica la importancia de la matemática para la ciencia y la cultura contemporáneas es ser, precisamente, una suerte de "museo de posibilidades" al servicio de los ejemplos concretos que se presentan en cada disciplina o teoría que trata acerca de la realidad. En este sentido, el método axiomático y el método hipotético deductivo se vinculan notablemente. Puede ocurrir que se esté construyendo una teoría física, pero que ésta ofrezca muchas dificultades en cuanto a su procesamiento deductivo. En tal caso se podrá intentar una formalización del sistema hipotético deductivo, lo cual implica suprimir el significado de todo aquello de lo que se está hablando y conservar, exclusivamente, el andamiaje matemático de la teoría. Si esto se hace, lo que se obtiene es la estructura formal subyacente "escondida" en el sistema hipotético deductivo, y que no es otra cosa que un sistema axiomático. El matemático o el físico versado en matemática (que se habrá convertido entonces en un "físico-matemático") procede a desarrollar formalmente el sistema y, una vez que llega a ciertas conclusiones, le devuelve el sentido que le había quitado, con lo cual obtiene nuevamente una teoría física. Pero ésta, ahora, ha incorporado la información que le ha otorgado la matemática, a la vez que recupera su sentido estricto y semántico de información, o sea, vuelve a decirnos cómo es realmente aquello de naturaleza fáctica que investigábamos anteriormente. Esta estrategia tiene características "de ida y vuelta", de la física a la matemática y viceversa.

La noción de verdad en matemática

Dada la caracterización sintáctica que hemos ofrecido del método axiomático, debemos preguntarnos acerca del significado de "verdad" en matemática. Si al lenguaje matemático se le adscribiera, al igual que al ordinario, plena capacidad semántica, la palabra "verdad" se utilizaría al modo aristotélico para indicar una correspondencia positiva entre lo que expresa una proposición y el estado de cosas real al cual ella alude. Pero en un sistema puramente sintáctico el factor semántico ha desaparecido, pese a lo cual los matemáticos hablan habitualmente de enunciados verdaderos o se preguntan si tal o cual teorema lo es o no. ¿Qué entienden por ello? Simplemente, conciben como verdadero a un enunciado matemático cuando ha sido deducido ("demostrado") a partir de los axiomas. De allí que habitualmente se afirme sencillamente que, en matemática, "verdad" significa *deducibilidad*.

Corresponde señalar que este uso sintáctico de la palabra "verdad" no es del todo caprichoso. Como ya hemos dicho, la utilidad que prestan los sistemas axiomáticos en matemática aplicada y en física radica en que, con una adecuada interpretación, los axiomas se convierten en enunciados semánticamente verdaderos o al menos en hipótesis de partida de un sistema hipotético deductivo. En tal caso, todo teorema, obtenido a partir de los axiomas por medio de la lógica formal, deberá también ser verdadero en sentido semántico en el marco de la correspondiente interpretación. En cierto modo, la afirmación "Este enunciado matemático es verdadero" significaría que lo es, semánticamente, en toda interpretación que haga verdaderos los axiomas. De allí que la noción sintáctica de la verdad no abandona por completo la tradicional concepción semántica, de origen aristotélico.

El caso de la geometría

El primer tratamiento sistemático de la geometría en la historia de la ciencia, en el que el conocimiento en este ámbito del saber se presenta organizado lógicamente, se halla en los primeros libros de los *Elementos* de Euclides, quien vivió entre fines del siglo IV a.C. y comienzos del III a.C. Para emplear la terminología que estamos utilizando en este capítulo, diríamos que la geometría tal como allí se la expone es un ejemplo de "sistema axiomático interpretado". ¿Por qué? Porque Euclides introduce axiomas y postulados, emplea la lógica formal y obtiene teoremas, pero además los términos tienen significado. La geometría euclideana sería un discurso en el que habría, oculto, un sistema axiomático, con sus términos "primitivos" (tales como "punto", "recta" y "plano") y los procedimientos deductivos habituales para establecer en cierto orden los enunciados geométricos, amén de una interpretación que convierte a esta disciplina en un intento de exponer las propiedades del espacio físico.

Si se hubiese preguntado a un matemático del siglo XV acerca del *status* de la geometría euclideana, hubiera respondido que se trata de una disciplina a la manera aristotélica, pues los axiomas y postulados propondrían "verdades evidentes". A fines del siglo XVIII, en cambio, se afirmaría, de un modo un tanto más adecuado para la época, que estaríamos en presencia de lo que hoy llamamos un sistema hipotético deductivo, pues los axiomas y postulados euclideanos proporcionarían buenas hipótesis acerca de la estructura del espacio físico. En ambos casos, la geometría euclideana sería concebida como una teoría significativa, fáctica, que describiría adecuadamente las propiedades del espacio en el que transcurren los fenómenos naturales. Sin embargo, en la segunda década del siglo XIX comenzaron a gestarse las llamadas "geometrías no euclideanas", una de las cuales fue concebida, quizá por primera vez, por el "príncipe de la matemática", Karl Friedrich Gauss, pero desarrollada en forma explícita, independientemente, por el matemático húngaro János Bolyai y el ruso Nikolai Lobachevsky. Un segundo tipo de geometría no euclideana fue presentada poco después por el alemán Bernard Riemann. La obra de estos científicos obligó a cambiar drásticamente el punto de vista tradicional acerca de la geometría, y será necesario entonces comentarla brevemente.

La geometría euclideana tiene como punto de partida cinco postulados, de los cuales el quinto siempre fue considerado un tanto "sospechoso". Es el que afirma

(aunque Euclides no lo presenta así sino con otra formulación equivalente) que "Por un punto exterior a una recta pasa una sola paralela a ella". Lo que se sospechaba es que, en realidad, este enunciado no es independiente de los cuatro restantes y que sería posible deducirlo como teorema a partir de aquéllos, con lo cual perdería su carácter de postulado. Hubo muchos intentos. En algunos de ellos se quería obtener una demostración por el absurdo, o sea, mostrar que, si se admite la *negación* de dicho postulado y se aceptan los otros cuatro, se arriba a contradicciones. Pero esto no ocurrió. Se obtuvieron, a partir de los cuatro primeros postulados de Euclides y la negación del quinto, enunciados extraños, no intuitivos, pero de ninguna manera contradictorios desde el punto de vista lógico (por ejemplo, que la suma de los ángulos interiores de un triángulo no es igual a dos rectos). Esto llevó a la percepción de los que habrían de ser, por la obra del matemático alemán David Hilbert, los primeros sistemas axiomáticos explícitamente reconocidos. En el de Gauss-Bolyai-Lobachevsky se admite que por un punto exterior a una recta pasan infinitas paralelas, mientras que en el de Riemman se afirma que no pasa ninguna. Quedó en claro que el discurso de las geometrías no euclideanas es puramente formal y que, en ellas, los términos primitivos como "punto", "recta" y "plano" no tienen significado fijo. La investigación iniciada por Gauss, Lobachevsky, Boylai y Riemann tenía, en realidad, un carácter de lógica aplicada que consistía en poner en evidencia todo lo que se puede deducir a partir de suposiciones convencionales y antojadizas formuladas en un lenguaje semejante al geométrico tradicional. En ellas se habla todavía de axiomas y teoremas en homenaje a Aristóteles, pero lo que se dice ya no tiene significación ni mucho menos evidencia y simplicidad: estamos tan sólo ante un algoritmo lógico.

Debemos efectuar aquí, para los lectores interesados en el tema de la fundamentación de la geometría, algunas precisiones sobre lo dicho en el párrafo anterior. En realidad, los axiomas o postulados de Euclides constituyen un "conjunto incompleto", en el sentido de que al geómetra griego "se le pasaron por alto" algunas suposiciones que forzosamente es necesario aceptar para llevar a cabo muchas de sus demostraciones. Las formulaciones actuales de la geometría euclideana siguen los lineamientos que propusiera Hilbert en su célebre libro *Fundamentos de geometría* (1899), en el que sí se halla el "conjunto completo" de axiomas necesarios para desarrollar la disciplina sin omisiones. En el libro de Hilbert, en lugar de cinco axiomas se ofrecen cinco *grupos* de axiomas, uno de los cuales lo constituye únicamente el célebre postulado de las paralelas. Cuando se afirma que se niega el quinto postulado y se admiten los cuatro restantes, debe entenderse que se lo niega a la vez que se aceptan los cuatro restantes grupos de postulados hilbertianos. Es oportuno además realizar otra aclaración. En la geometría euclideana, tanto en la formulación de Euclides como en la de Hilbert, si se niega el axioma de las paralelas sin modificar los restantes se deduce que deben existir paralelas, y más de una. Pero si se desea obtener la geometría no euclideana de Riemman, en la cual por un punto exterior a una recta no pasa ninguna paralela, es necesario modificar, *además* del quinto axioma, algún otro, por ejemplo aquel que afirma que por dos puntos pasa una única recta.

En un comienzo el interés por estas investigaciones fue puramente lógico e incluso estético. Sin embargo, ellas afectaron drásticamente el *status* científico de la geometría tradicional. La geometría euclideana podía ser considerada desde dos puntos

de vista: a) como un sistema axiomático similar a los de las geometrías no euclideanas, o bien b) como un sistema axiomático interpretado, significativo, que daría conocimiento fáctico acerca del espacio físico real. La sorpresa fue, sin embargo, que un siglo después de aquellas primeras investigaciones, como resultado de estudios astronómicos y cosmológicos, y como subproducto de la teoría de la relatividad general, Einstein sugirió que la geometría euclideana no sería la más apropiada para describir las propiedades del espacio físico. Si se interpreta la palabra "punto" como "foco luminoso", "recta" como "rayo luminoso", etcétera, el espacio físico sería descrito por un sistema axiomático interpretado *no euclideano* (concretamente el de Riemann). Dicho de otro modo, el sistema hipotético deductivo para la geometría física tendría como "esqueleto formal" una geometría no euclideana y la euclideana perdería su más clásica interpretación y por tanto su utilidad para la física.

El problema de decidir cuál es el sistema axiomático que, con una adecuada interpretación, puede describir mejor las propiedades del espacio físico es, por tanto, asunto de investigación empírica, y por ello Einstein afirmaba que *la geometría es física*. Sin embargo, el problema no es tan sencillo como parece. Cuando se propone una determinada interpretación a una geometría no euclideana para que describa la estructura del espacio físico interviene una cuestión de convención, porque, por ejemplo, deberíamos decidir qué significado le atribuiremos a términos tales como "recta". Como observara el gran matemático Henri Poincaré, podría mantenerse la vigencia de la geometría euclideana para la física si interpretásemos la palabra "recta" de un modo diferente al de "rayo luminoso" y admitiésemos que la trayectoria de un rayo luminoso no fuera recta sino curva. En tal sentido, observa Poincaré, cuál es la interpretación más adecuada para ser empleada en física no depende solamente de las propiedades fácticas de la realidad sino tambien de nuestras *definiciones* de las entidades geométricas en el campo de la física. En síntesis, conocer cómo es la realidad y si un sistema axiomático es o no un "esqueleto formal" adecuado para describirla depende del sistema mismo y de investigaciones empíricas, pero también de convenciones definicionales acerca del sentido que le atribuimos a las palabras. Las razones por las cuales escogemos un camino y no otro se vinculan más bien con consideraciones de simplicidad y conveniencia instrumental antes que con evidencias de carácter ontológico o filosófico. Este punto de vista constituye una de las características de la posición epistemológica llamada *convencionalismo*, a la cual Poincaré adhería.

El lector no debe concluir que, en virtud de que el espacio físico pueda ser descrito más convenientemente por una geometría no euclideana, la euclideana ha perdido importancia. En una región reducida del espacio la geometría euclideana describe a éste con gran exactitud, y sería torpe que un ingeniero o un arquitecto empleasen una geometría no euclideana para diseñar sus construcciones. Por otra parte, subsisten otras interpretaciones de la misma de gran utilidad en matemática, como la que origina la llamada geometría analítica. En ella se hace corresponder, como interpretación para el discurso de la geometría euclideana, la teoría de las ecuaciones del álgebra de los números reales, lo cual permite resolver complejos problemas geométricos por el recurso al álgebra.

Los modelos matemáticos

Ahora estamos en condición de describir la estrategia de los modelos matemáticos, empleada en las ciencias fácticas, y que puede ser sintetizada del siguiente modo. En ciertas oportunidades tenemos una visión de la realidad algo confusa, como resultado de lo cual optamos por teorizar acerca de ella por medio de un planteo que, inicialmente, es puramente matemático. Construimos un sistema axiomático y lo desarrollamos hasta cierto punto; luego, conocido su alcance, "volvemos atrás" y lo interpretamos para poder tratar con la realidad que primitivamente estábamos investigando. Es costumbre denominar "modelo matemático" de la realidad estudiada a tal sistema axiomático.

Curiosamente, la posibilidad de emplear esta estrategia nos remite al problema de comprender con mayor propiedad la siguiente cuestión: ¿cuál es la utilidad del método hipotético deductivo en física? El tema es mucho más complicado de lo que parece a primera vista en virtud de las fuertes diferencias de opinión que advertimos entre los epistemólogos y los propios físicos acerca de lo que realmente se hace en materia de investigación científica. Si consultamos un buen libro de física, podemos transitar por él a lo largo de páginas enteras sin comprender muy bien por qué lo que se presenta allí ha de ser considerado física y no matemática. Por ejemplo, un texto de mecánica elemental puede ofrecer en sus primeros capítulos una serie de nociones sobre cálculo vectorial, determinantes y matrices, pertenecientes, sin duda, al ámbito de la matemática. Pero de pronto se ofrecen ejemplificaciones y se muestra cómo podemos analizar, por medio de aquellos formalismos, el comportamiento de un resorte o la marcha de un carrito: se ha introducido una interpretación y hemos ingresado al ámbito de la física. Pero no se entiende claramente dónde aparecen las hipótesis, las deducciones y las contrastaciones. ¿Qué se está haciendo en este caso? ¿Qué papel desempeña aquí, entonces, el método hipotético deductivo?

Como hemos analizado en capítulos anteriores, para Popper no cabe duda de que la física es un exponente clásico del método hipotético deductivo y que éste caracteriza esencialmente la actividad del físico desde el punto de vista teórico. Pero su respuesta no es la única posible. Si nos remitimos a textos de epistemólogos actuales como Joseph Sneed o Wolfgang Stegmüller, se nos dirá allí que la física es una especie de axiomática con el agregado de ciertos aspectos que no son puramente formales, a lo cuales deberíamos denominar *interpretaciones parciales* de la misma. En esta concepción no parece haber lugar para las hipótesis: se define un sistema axiomático y la tarea del físico consiste en decidir a qué estructuras reales se aplica y a cuáles no. La física teórica sería, en el fondo, la exposición de posibles sistemas axiomáticos con ciertas reglas parciales de interpretación, junto con la consiguiente indagación acerca de si tales sistemas seminterpretados pueden ser aplicados o no a la realidad. De acuerdo con este punto de vista, el método de la física no sería el hipotético deductivo, y de allí que epistemólogos como los mencionados se refieran despectivamente a él como una "concepción meramente sentencial o enunciativa de la ciencia". Lo que en verdad hace el físico, afirman, tiene características fundamentalmente algorítmicas y matemáticas con una cierta dosis de interpretación parcial, lo cual permitiría, para cada sistema axiomático, decidir si es adecuado o no para describir el mundo real. En tal sentido deberíamos hablar de "sistemas axiomáticos para la física" o, de un modo más general y vago, de "matemática para la física", como reza el título de muchos textos que emplean estudiantes e investigadores. De ser así, y de acuerdo con Stegmüller, habría que dividir la actividad de los físicos en tres ámbitos: en un extremo, la construcción de sistemas hipotéticos deductivos; en el otro, la de sistemas axiomáticos o formales de la matemática que tengan especial interés por sus interpretaciones a la física; y, finalmente, la de esas entidades mixtas que son los sistemas axiomáticos parcialmente interpretados.

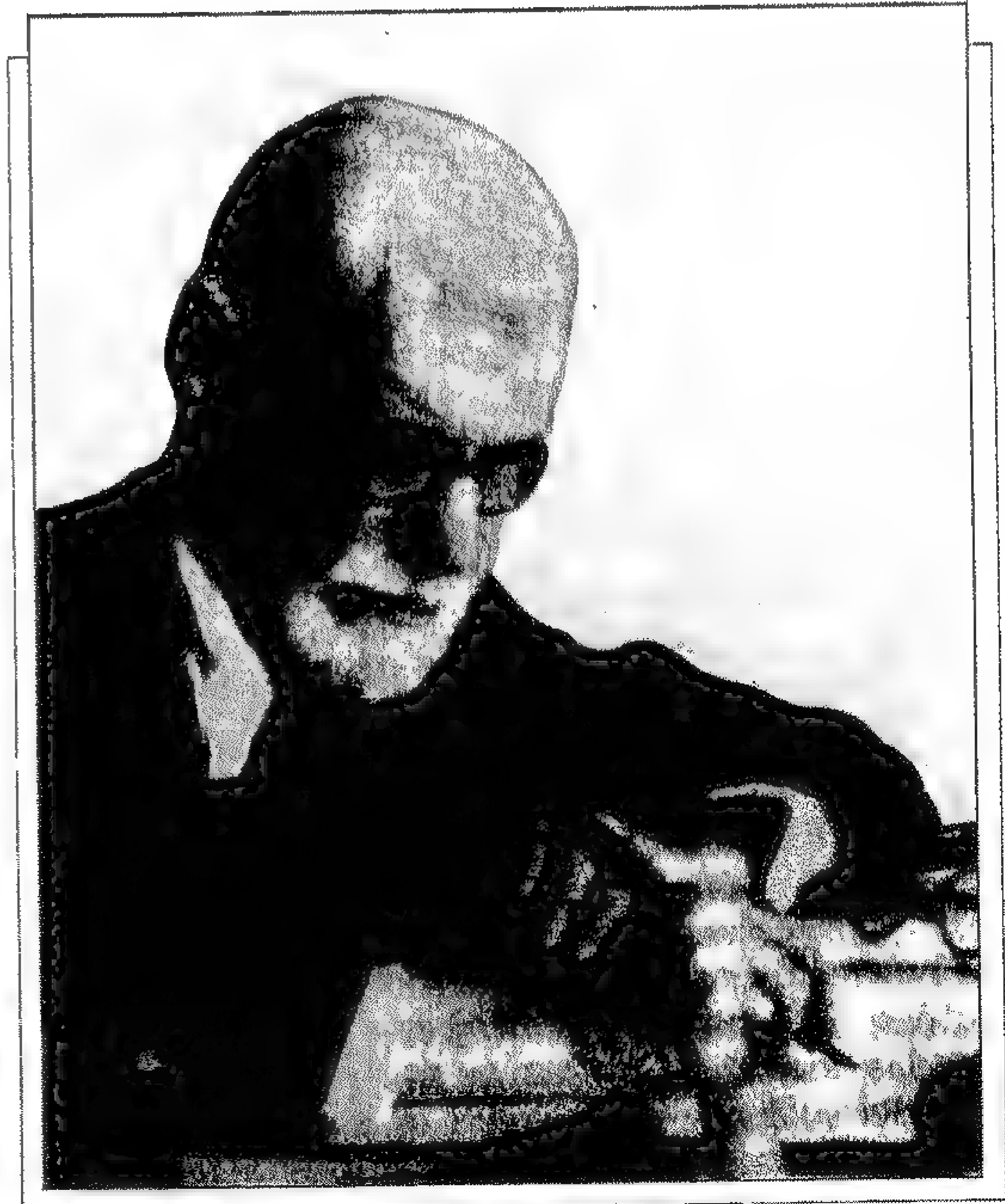
En nuestra opinión, no hay ningún inconveniente en aceptar que existen sistemas axiomáticos parcialmente interpretados y que éstos pueden tener interés para la física. Sin embargo, es necesario señalar que subsiste el problema de probar, frente a una posible estructura física en estudio, que el sistema axiomático parcialmente interpretado es adecuado para describir la realidad. La cuestión no se puede resolver a la manera en que lo hacen los matemáticos, por ejemplo, cuando trabajan con estructuras conjuntísticas, que se presentan de un modo abstracto, un tanto platónico. Sneed, por ejemplo, no señala lo que en realidad nos parece que ocurre y es que su sistema de física, para saber a qué se aplica y en qué circunstancias se lo puede emplear, implica una teoría, un sistema de hipótesis acerca de la realidad que se halla en estudio. Por ello nos parece que hay únicamente dos aspectos a tener en cuenta cuando analizamos la tarea del físico. Por una parte, si éste se ocupa de física propiamente dicha, independientemente del instrumento matemático que emplee en auxilio de su investigación, estará utilizando el método hipotético deductivo y por tanto realizando aserciones acerca de cómo es o no la realidad. Por otra, si estudia los aspectos puramente algorítmicos empleados en su modelo hipotético deductivo, trabajará con sistemas de cálculo o de computación, o con sistemas sintácticos o axiomáticos del mayor interés para él porque tendrá que utilizarlos luego en ejemplos concretos. Cuando el físico habla de la mecánica newtoniana, lo hace en un lenguaje que describe cómo se comportan el espacio, el tiempo, la masa, las fuerzas, los cuerpos, las colisiones, y todo ello acontece en la realidad; por tanto, se refiere a un sistema hipotético deductivo. Desde luego, también se puede concebir a la mecánica newtoniana como un sistema axiomático, que resultará de considerar únicamente su "esqueleto formal", puramente sintáctico. Se podrá deducir, entonces, algorítmicamente, qué sucede con entidades señaladas mediante palabras tales como "partícula" o "fuerza", pero a éstas no se les otorgará significado; sin embargo, se las tratará *formalmente* según condiciones análogas a las que se les imponen en el marco de la mecánica newtoniana entendida en el primer sentido. Para el físico, ambos aspectos son igualmente importantes. No cabe duda de que para ser un buen físico newtoniano es imprescindible dominar la matemática newtoniana, es decir, el sistema formal o axiomático vinculado a la llamada "física clásica de partículas".

En resumidas cuentas, la investigación en física supone operar o bien con el método hipotético deductivo o bien con el axiomático, y ello dependerá del aspecto al cual nos estemos refiriendo: la teoría misma, cuyo referente es la realidad, o la estructura matemática implicada en aquélla. Con el transcurso de la historia, se sustituyen unos sistemas hipotético deductivos por otros y cuando ello ocurre se debe recurrir a nuevos sistemas matemáticos en reemplazo de los anteriores. Sin embargo,

los sistemas axiomáticos que el físico descarta no pierden por ello validez para el matemático. El de la mecánica newtoniana, por tratarse de una mera sintaxis sin significado, es eterno, aunque en física Newton haya sido sustituido por Einstein. Si bien los físicos han debido inventar otros sistemas axiomáticos para tratar con la teoría de la relatividad (tal fue el caso del llamado "cálculo diferencial absoluto", un instrumento concebido antes de que Einstein introdujera su teoría y que luego fue especialmente desarrollado para construir el sistema hipotético deductivo relativista), el matemático bien puede, aun en nuestros días, ocuparse del sistema algorítmico newtoniano sin prestar atención al hecho de que haya sido descartado como "esqueleto formal" de las teorías físicas actuales. Es de hacer notar, sin embargo, que aún hoy el sistema hipotético deductivo newtoniano constituye una muy útil aproximación para el abordaje de los problemas prácticos que presentan la ingeniería y la tecnología en general.

19

Alcances y limitaciones del método hipotético deductivo: las ciencias sociales y el psicoanálisis



La cientificidad del psicoanálisis de Sigmund Freud (1856-1939) continúa siendo hoy motivo de fuerte controversia. Desde el punto de vista metodológico, cabe preguntarse si el método hipotético deductivo, de innegable éxito en cuestiones que atañen a físicos o biólogos, es aplicable también en el dominio psicoanalítico.

Los alcances del método hipotético deductivo

Nos hemos referido al método hipotético deductivo como una suerte de estrategia básica que se emplea en muchas disciplinas científicas sin constituir, por ello, una metodología única y aplicable a todas ellas. Es verdad que detrás de toda investigación *standard* se halla con mucha frecuencia la noción de hipótesis y la de someter a ésta a alguna clase de prueba, implícita en nuestra descripción de la operación de contrastación. Pero en este punto es conveniente formular la pregunta que se ha hecho desde distintos ámbitos y, especialmente, desde el de las ciencias humanas y sociales: ¿es el método realmente aplicable a disciplinas como la sociología, la antropología, la psicología social, la economía, etcétera, o su alcance como estrategia general se limita, de hecho, a las ciencias naturales? Antes de intentar responderla, sin embargo, debemos analizar algunas dificultades con las que se enfrenta el método hipotético deductivo ante la presencia, en ciencia, de leyes probabilísticas o estadísticas. Mencionaremos también otra cuestión previa que ha sido objeto de controversias: la necesidad o no de matematizar las teorías para que éstas adquieran *status* científico.

El método hipotético inferencial

Como ya señalamos, existen leyes estadísticas y probabilísticas que, aun en física, y sobre todo en microfísica, parece inevitable utilizar. También hay que emplear recursos estadísticos en cuestiones tales como la teoría de la medición. En el caso de la biología, de la sociología o de la economía, una dificultad central con la que tropezamos es que la mayoría de las regularidades de las que se habla en estas ciencias están ligadas a leyes probabilísticas. Ahora bien, el problema que aquí se plantea es en qué manera la existencia de tales leyes influye en la práctica del método hipotético deductivo. No resulta difícil advertir, y ya lo hemos señalado en nuestras discusiones sobre la explicación científica, que la presencia de conceptos probabilísticos parece forzar al científico a utilizar medios inferenciales que no son de carácter deductivo sino probabilístico o estadístico. Si existe un modo de inferir que no es deductivo, la teoría de la contrastación tal como la presenta el método hipotético deductivo parece perder parte de su significación o quizás, incluso, quedar invalidada. De una inferencia no deductiva, aunque su empleo sea estadísticamente deseable y conveniente, es perfectamente posible obtener una consecuencia observacional falsa y a la vez no declarar la invalidez de la ley o la teoría de la cual se la ha inferido. Se trata de una dificultad grave, que debemos analizar con detenimiento.

A propósito del método hipotético deductivo en versión compleja señalábamos las dificultades que origina la aparición de consecuencias observacionales falsas en una operación de contrastación. Decíamos en aquella oportunidad que hay cuestiones de decisión acerca de cuál de las premisas empleadas es la "culpable". ¿Es realmente la consecuencia observacional o lo es la teoría? En realidad, el problema parece tener cierta similitud con el que estamos discutiendo ahora, pues en ambos casos nos vemos obligados a tratar con consecuencias observacionales falsas. A partir de hipóte-

sis estadísticas se infiere el comportamiento, por ejemplo, de una muestra, y en el estudio concreto de lo que ocurre con ella se advierte que no hay concordancia con lo inferido. Hay también aquí, entonces, una cuestión de decisión: ¿le echaremos la "culpa" a la consecuencia observacional o descartaremos lisa y llanamente la teoría? En el fondo, la estrategia a ser utilizada en ambos casos no es muy diferente. Podríamos mantener la teoría declarando que el contraejemplo proviene de lo que los estadísticos llaman una "muestra anómala", el equivalente de aquellas "observaciones perturbadas" que tratamos a propósito del método hipotético en versión compleja. Por consiguiente, el hecho de que en lugar de una deducción se emplee ahora una inferencia estadística no cambiaría la situación en materia de decisiones. Sin embargo, en este caso es necesario tomar una decisión metodológica bastante importante. Habría que hablar de "método hipotético inferencial" y no de método hipotético deductivo, porque ya no sería la deducción la única arma empleada para producir nuevos enunciados y consecuencias a partir de los principios de una teoría. La inferencia estadística se establecería como una nueva posibilidad metodológica y ello, a nuestro entender, provoca cierta alteración en algunas concepciones deductivistas que, como la de Popper, en su momento estuvieron fuertemente de moda.

De ser así, deberíamos contemplar el desarrollo de una teoría como una serie de pasos en los que, por deducción o por inferencia probabilística, se producen nuevas hipótesis, pero éstas no quedan explicadas necesariamente al modo nomológico deductivo por las anteriores. El mecanismo hipotético inferencial se parece mucho más a una máquina para producir conocimiento con la que se avanza por etapas que son, en parte, creativas, a diferencia de lo que acontecía con la deducción en forma estricta: ésta nos obligaba a la aceptación de las hipótesis derivadas por el hecho de haber cometido el pecado original de aceptar un marco teórico previo. Incluso no sería incompatible con el método hipotético en versión inferencial el que se acepte el punto de partida y no algunas de las hipótesis obtenidas, porque no es forzoso que lo inferido sea verdadero. Quizás a un investigador determinado puede resultarle conveniente no atarse a un determinado camino de producción de hipótesis sino a otro, y creemos que no se ha señalado suficientemente este aspecto de la controversia entre lógica deductiva y lógica inductiva en sus aplicaciones epistemológicas.

Nos parece que, filosóficamente, el método hipotético deductivo parece corresponder a un modelo simplificado muy estricto en el que, fijado el punto de partida, todo el resto de la teoría está potencialmente dado, y lo único que queda es el trabajo lógico y matemático de extraer los tesoros que, de alguna manera, ya se hallaban ocultos. No es tan así en el caso de que aceptemos la inferencia estadística como habitual en el campo de la ciencia, en el que efectivamente las regularidades o leyes tienen que expresarse de esta peculiar manera. Hay un componente de creatividad y de libre elección en el camino en que se desarrolla la estructura inferencial, y éste es un punto realmente notable que destacan especialmente ciertos filósofos pragmatistas como Dewey, aunque también se halla presente en el pensamiento filosófico de Ludwig Wittgenstein.

Habría que reconocer por tanto que la concepción simple del método hipotético deductivo consistiría en una primera aproximación metodológica, a la que subseguirían una segunda, el método hipotético deductivo en versión sofisticada, y aun una

tercera, la que acabamos de presentar, que parece más compleja pero algo más realista y que ofrece una visión más pragmática del método. (El lector debe entender el término "pragmático" en el sentido de que la presencia del científico y su creatividad en el desarrollo de una teoría es en realidad un elemento constante a tener en cuenta.) Claro que, con semejante modelo del desarrollo de una teoría, es imprescindible indicar en cada etapa cómo se obtuvo la prolongación del conocimiento y qué razones llevaron a aceptarla.

Pese a lo dicho, debemos señalar que se presenta aquí una disyuntiva análoga a aquella a la que se ven enfrentados los científicos cuando deben optar entre una modelización de la realidad hecha a la manera determinística, es decir, sin admitir aspectos probabilísticos, y otra en la que se contemplen desde un comienzo tales aspectos. Resulta mucho más conveniente comenzar con una modelización determinística, aun cuando sólo pueda ser aproximadamente adecuada, porque el manejo de la deducción lógica es mucho más seguro, fructífero y rápido que el de la teoría de las probabilidades y la estadística. Cuando se acumulan inferencias estadísticas, por ejemplo, es posible que en pocos pasos los números probabilísticos queden hasta tal punto indeterminados que ya no sabremos si pisamos o no terreno firme. Por ello parece mucho más práctico utilizar en un comienzo modelos determinísticos y abandonarlos únicamente cuando la "distancia" entre sus predicciones y la realidad sea muy manifiesta. Visto de esta manera, vindicamos el uso del método hipotético deductivo (en sus versiones simple y compleja) como un paso estratégico prudente en lugar de sumergirnos desde el inicio en las complejidades matemáticas que presenta la teoría probabilística.

Conviene además realizar otra observación en este punto: no todo empleo de conceptos probabilísticos implica el abandono del método hipotético deductivo. Aunque la distinción pueda ser un tanto sutil para quien no esté acostumbrado a operar de esta manera, hay que discriminar entre las inferencias probabilísticas que nos llevan de enunciados estadísticos a consecuencias singulares lisas y llanas, y las deducciones que, realizadas de acuerdo con la teoría probabilística, nos permiten obtener enunciados estadísticos a partir de otros. Es perfectamente compatible la utilización de una "artillería deductiva" junto con enunciados probabilísticos para establecer conexiones estadísticas, pero este proceder es bien distinto de aquel que lleva a la obtención de consecuencias observacionales a partir de leyes estadísticas, cuestión cuyas dificultades metodológicas hemos ya considerado en capítulos anteriores.

El problema de la matematización

Un malentendido que suele ligarse a la posibilidad de utilizar el método hipotético deductivo, y que se vincula, por ejemplo, con su empleo en ciertos terrenos de la biología, tiene su origen en la pretensión de muchos científicos y epistemólogos, entre ellos Mario Bunge, de que en realidad el ***status*** científico de una teoría o de una disciplina se alcanza cuando hay en ellas un alto grado de matematización. Sólo en este caso sería realmente posible hacer una deducción en el sentido más formal de la palabra y estimar el éxito de ella con los parámetros usuales que permite la mate-

mática aliada al método hipotético deductivo. No cabe duda de que es ventajoso introducir elementos cuantitativos en ciencia, siempre que ello no se haga de una manera exagerada y sin necesidad; de hecho, hay muchos trabajos en los que se intenta parametrizar o introducir estructuras matemáticas donde, en realidad, ni están presentes ni se hacen necesarias. Pues ello sólo es legítimo si realmente es fructuoso y permite lograr una mayor capacidad explicativa y predictiva de la teoría, lo cual no siempre ocurre por el mero recurso a la matematización.

La cuestión, sin embargo, es que la matemática misma, en la actualidad, no exige la cuantitatividad para que puedan existir algoritmos, formas de combinación de signos y sistemas axiomáticos. Vivimos en la época del estructuralismo y esto significa que la estructura, en matemática, tiene un cierto privilegio con respecto a los números. Los números constituyen un ejemplo muy importante de estructuras, las estructuras aritméticas, pero no son las únicas que existen; hay otras estructuras de tipo geométrico o algebraico, por ejemplo, que, si bien en algunos casos se pueden también cuantitativizar, en otros ello es imposible. Son ejemplos la rama de la matemática llamada topología y ciertas álgebras abstractas. Dicho de otro modo, no todo tipo de estructura en la que hay algoritmos permite la cuantitativización de éstos. En este sentido, no es necesario que lo cuantitativo esté presente para que se pueda aplicar el método hipotético deductivo en disciplinas como la biología, por ejemplo en la descripción de sistemas ecológicos. También en psicología acontece algo similar. La biología, en este aspecto, ha tenido mucho éxito en el planteo de teorías biológicas estructurales, tales como la teoría de la evolución, de la fotosíntesis, de la reproducción, de la composición celular de los seres vivos, etcétera. Sin duda éste es uno de los campos más fértiles para surtirse de ejemplos de aplicación del método hipotético deductivo, y esto nos place porque desde el punto de vista didáctico es mucho más fácil exponer el método sobre la base de ejemplos biológicos que de otros tomados de la física u otras ciencias.

No cabe duda de que en ciertas circunstancias la presencia de la cuantitatividad ofrece ventajas en cuanto al poder predictivo y explicativo de las teorías: contar con leyes cuantitativas es más "fuerte" y productivo que contar solamente con estructuras o correlaciones meramente comparativas. Supongamos que se haya comprobado, con acierto, que la presión a la que está sometida una masa de gas, a volumen constante, aumenta con su temperatura; pero que disminuye con el acrecentamiento de su volumen si se mantiene constante ésta. Se comprende que, ante la información de que ha aumentado la temperatura pero también el volumen, no podríamos decidir si la presión ha aumentado o disminuido porque no sabemos qué factor influye más, si el aumento de la temperatura o el del volumen. Si se hubiesen ofrecido estas relaciones en forma cuantitativa (como lo hace la llamada "ecuación de estado de los gases", que relaciona numéricamente la presión, la temperatura y el volumen) la información de cuánto han aumentado la temperatura y el volumen permitiría, mediante un simple cálculo, deducir qué ocurrió con la presión. Esto no implica, como ya señalamos, que no podamos hacer ciencia con estructuras cuya naturaleza sólo permite obtener descripciones puramente cualitativas. No siempre es posible hallar el proceso o el instrumento de medición apropiados y la investigación, entonces, deberá permanecer en una etapa cualitativa, al menos por el momento.

El caso de las ciencias sociales

¿Es el método de las ciencias sociales el método hipotético deductivo? En una forma más modesta podríamos reformular la pregunta: ¿tiene el método hipotético deductivo realmente alguna vigencia o alcance en las ciencias sociales? Aquí nos encontramos con un nudo de dificultades. El autor de este libro confiesa su natural simpatía por las llamadas posiciones "naturalistas", es decir, aquellas que, aun reconociendo la complejidad intrínseca que presentan las distintas ciencias, no encuentran razón para hablar de un "salto metodológico" significativo al pasar de unas a otras. Sin embargo, aunque le resulte grata la tesis de que la sociología es, como cualquier otra disciplina, un terreno en que el método hipotético deductivo se puede aplicar con igual legitimidad que en física, reconoce que en este ámbito hay más problemas a resolver que la posibilidad de alcanzar, como diría Kuhn, un paradigma unánime. En efecto, no se vislumbra por el momento una herramienta de análisis aceptada por consenso por todos los investigadores que actúan en esta zona del conocimiento. Veamos entonces en dónde radican las dificultades.

La cuestión del libre albedrío

En la orientación llamada *interpretativista* o *hermenéutica* de las ciencias sociales, que tiene una gran cantidad de representantes, suelen sostenerse distintas objeciones en contra de la aplicabilidad del método hipotético deductivo en el ámbito de lo histórico, lo cultural o lo social. Se afirma, por ejemplo, que allí no existen cosas tales como regularidades o leyes, como no se trate, según ya lo señalamos en páginas anteriores, de alguna trivialidad de la que ni siquiera vale la pena ocuparse. Nuestro ejemplo había sido, en aquella oportunidad, "En toda revolución hay gente que se siente incómoda". Una disciplina que se ocupara únicamente de enunciados generales como éste no tendría demasiado poder explicativo ni predictivo y, por ello mismo, no se le podría exigir que emplease el método hipotético deductivo. La cuestión radica en que, si se quisiera acceder a leyes o hipótesis realmente interesantes, tendríamos que estar en presencia de muchos tipos de fenómenos diferentes que tuvieran, de una manera regular, características fijas asociadas, o al menos con alguna significación estadística. Así sería posible establecer, por ejemplo, un poco a la manera en que algunos politólogos pretendieron hacerlo, una correlación constante entre ciertas clases de conflicto social o de niveles de pauperización y revoluciones sociales de carácter estructural. Pero aquí se señalan inconvenientes que debemos exponer en forma explícita. El primero que hemos de considerar radica en la existencia del libre albedrío, es decir, la capacidad autónoma de decisión de los individuos. A menos que seamos deterministas furiosos y sostengamos que todo está determinado de antemano, y que por tanto no existe el libre albedrío, debemos admitir que, en las mismas circunstancias, una persona puede decidir la acción A_1 y otra la acción A_2 o, peor aún, que en las mismas circunstancias una misma persona puede elegir la acción A_1 y luego, en otro momento, la acción A_2. En tal caso, los efectos ante iguales circunstancias no tienen por qué ser idénticos, si es que efectivamente hay li-

bertad de decisión para las acciones que determinan el curso de los acontecimientos.

Ciertos epistemólogos afirman que éste es uno de los puntos centrales por los cuales no se puede hablar de leyes de la historia o de la sociedad, y por tanto el alcance del método hipotético deductivo en ciencias sociales o en historia y, en general, en las ciencias donde intervienen las decisiones humanas, de hecho, sería nulo: no existiría el segundo nivel de afirmaciones, el de las generalizaciones empíricas. ¿Y de qué serviría entonces el método hipotético deductivo? En apariencia, sólo podríamos tratar de vincular entre sí enunciados de primer nivel, pero ya dijimos que no es posible acceder a lo singular a partir de lo singular si no hay un mediador teórico (leyes) que indique que los acontecimientos explicantes són de un tipo tal que determinan o fuerzan al tipo de acontecimientos que se quiere explicar. Como consecuencia, no habiendo leyes, y por tanto explicaciones nomológico deductivas, quedaría vedada la aplicación del método hipotético deductivo. Si bien se podrían "inventar" sistemas hipotéticos deductivos para las ciencias sociales, éstos no tendrían aplicación alguna en cuanto a predicciones y explicaciones, pues la existencia del libre albedrío lo impediría.

Hay que reconocer, honestamente, que la marcha de la ciencia no ha ofrecido ningún tipo de prueba final que demuestre la inexistencia del libre albedrío. Pero ésta puede ser en principio una suposición metodológica y en tal sentido el metodólogo de las ciencias sociales podría afirmar: "Bien, no tenemos demostración de que no haya libre albedrío, pero supongamos que no existe y ello será una guía para nuestras investigaciones, pues nos permitirá aplicar en éstas el método hipotético deductivo." El autor de este libro simpatiza con tal posición, pues cree que el método hipotético deductivo ha logrado muchos éxitos científicos en diversas disciplinas, por lo cual puede ser una promesa de éxito suponer que no hay libre albedrío (al menos en el sentido metafísico último en que a veces se lo concibe) y que podemos aplicar el método también en ciencias sociales.

La existencia de invariantes en la historia

El anterior es un punto en defensa del método hipotético deductivo en el campo de las ciencias sociales, pero surge entonces una segunda objeción, algo más seria: no se puede negar que, tal como acontece en las ciencias naturales, en sociología hay no solamente hechos singulares sino también familias de hechos singulares que tienen interés común. Para retomar un ejemplo anterior, es perfectamente posible imaginar que se quieran estudiar las revoluciones como tema sociológico o político, y aquí la idea sería buscar leyes relativas a las mismas. Pero la objeción, ya mencionada, es que en una revolución intervienen tantos factores pertinentes que, cuando se compara una revolución con otra, es muy poco lo que se encontrará en común entre ellas. Dicho de otro modo, no hallaríamos invariantes que nos permitiesen acceder a leyes sobre las revoluciones como no sean las triviales ya señaladas. Por consiguiente, lo que se afirma es que, dada la complejidad de los hechos singulares en ciencias humanas y sociales, la posibilidad de llegar a establecer regularidades es ínfima. Ésta es la razón por la cual sería estratégicamente inútil la búsqueda de leyes histórico-sociales y la consiguiente utilización del método hipotético deductivo en historia y sociología.

Hasta aquí, el argumento. Sin embargo, se halla desmentido por la propia práctica de aquellos sociólogos que se han interesado en las técnicas de investigación que ofrecen tanto la estadística como la modelística, y de la cual existen muchísimos ejemplos de cómo un modelo determinístico de una sociedad permite hacer predicciones acerca de su comportamiento. Queremos citar, por ejemplo, una investigación realizada por el arquitecto argentino Marcos Winograd acerca de cómo se comporta el tránsito en las grandes ciudades. No es nuestro interés ni afirmar ni negar que la manera en que cada conductor conduce su coche puede ser el resultado de su libre albedrío, pero no cabe duda de que la conjunción de "muchos libres albedríos" produce una conducta estadística promedio, y esto es lo que supuso Winograd. Simuló una ciudad con el auxilio de computadoras y el comportamiento de los automóviles en ella, para mostrar que, en general, el abrir una autopista o una gran avenida produce muchas más congestiones de tránsito que si no existieran, entre otras razones porque la congestión se produce cuando los vehículos tienen que abandonarlas, y en la acción de maniobrar los conductores se encuentran con los atascamientos que hay fuera de las vías amplias y luego con los atascamientos y colas que se prolongan dentro de la autopista o la avenida mismas. Ahora bien, aquí se admite el libre albedrío de los conductores, pero se comprueba la existencia de una conducta estadística promedio y la ley, de alguna manera, se obtuvo.

La cuestión radica, sin embargo, en establecer si realmente hay o no situaciones globales en las que el método no sería aplicable. Para los que esto creen, hay un método alternativo muy querido por los interpretativistas, quienes aducen lo siguiente: puesto que la investigación de leyes y correlaciones no nos lleva demasiado lejos, es preferible poner toda la atención en un hecho singular y en su infinita riqueza antes que tomar muchos hechos y buscar regularidades. El consejo sería: atender a las singularidades y atraparlas en toda su diversidad, lo cual implica un acto que muchas veces se ha llamado ***comprensión*** y que significaría algo así como la capacidad total de aprehensión de una estructura singular compleja o bien, como sostenían el filósofo Dilthey y sus seguidores, ponerse en lugar de los actores de esa situación singular. Así, si queremos comprender por qué, por ejemplo, renunció un determinado gobernante, tendremos una gran oportunidad para extraer un enorme conocimiento sociológico analizando toda la composición de esa circunstancia, y será necesario para ello colocarnos en el lugar de tal persona y comprender lo que le ha ocurrido.

Nagel tiene toda la razón en señalar que en esta posición interpretativista presenta inconvenientes. ¿Cómo sabemos que, al ponernos en el lugar de otra persona, nuestra actuación sería análoga a la de ella? Para que el procedimiento fuera eficaz tendríamos que formular hipótesis y suponer ciertas leyes, por ejemplo, cierta invariancia en la naturaleza humana que hace comportarse a los hombres de una manera similar en parecidas circunstancias. Colocarnos nosotros en lugar del otro significa aceptar que hay algo común entre el otro y nosotros, en nuestra naturaleza, y ello es lo que nos permite percibir qué le sucede al otro sobre la base de lo que nos sucedería a nosotros. Por consiguiente, detrás de la idea de comprensión (y, en general, de ***interpretación***) hay realmente una suposición hipotético deductiva acerca de la

naturaleza humana y su comportamiento. Pero ello, desde luego, exigiría los mismos criterios de prueba y corroboración que se exigen en cualquier otro campo científico en el que se admita la pertinencia del método hipotético deductivo.

La cuestión de los códigos semióticos

Queda, sin embargo, otra objeción a cargo de los interpretativistas que, si bien nos parece que no invalida la posibilidad de emplear el método hipotético deductivo, exige toda una serie de aclaraciones de índole metodológica: se relaciona con el carácter de "código semiótico" que tiene la conducta social y el hecho de que cada acción o situación en una comunidad tienen su significado, como lo tiene un enunciado expresado en el lenguaje ordinario. Los problemas que de aquí resultan son interesantes porque podría afirmarse que los métodos por los cuales percibimos significaciones no son exactamente los mismos que aquellos por los cuales llegamos a establecer las leyes naturales o el comportamiento de los objetos físicos. Es menester por tanto discutir este punto, para lo cual nos permitimos relatar una anécdota que nos acaeció personalmente caminando en una ocasión por la vereda de una calle de la ciudad de Tel Aviv, en Israel. Un automóvil descubierto se detiene junto a la vereda y su conductor comienza a tocar insistentemente la bocina. En el tercer piso de un departamento se abre la ventana y un señor, dirigiéndose al conductor, extiende la mano con los dedos convergiendo en un punto, a la vez que la agita varias veces de arriba hacia abajo y viceversa. Como habitante de la ciudad de Buenos Aires, semejante gesto fue interpretado por nosotros como: "¿Por qué no te dejás de embromar con la bocina?", pero nuestra sorpresa fue grande cuando poco después se abrió la puerta de calle, salió quien había hecho el gesto, se sentó al lado del conductor y ambos partieron en el auto conversando amigablemente. Comprendimos, y efectivamente así lo pudimos corroborar luego, que ese gesto se emplea en Israel como equivalente al que en Buenos Aires hacemos con la mano extendida, moviéndola alternativamente hacia abajo y hacia arriba con la palma completamente abierta, y que significa: "Esperá un momento".

El ejemplo muestra que, desde el punto de vista puramente naturalista del hecho, deberíamos decir, a modo de descripción de base empírica, que alguien abrió la ventana e hizo tal o cual movimiento con la mano. Es lo que quizás haría un biólogo puntilloso para examinar la conducta de la persona en ese momento. Pero ningún sociólogo admitiría semejante descripción naturalista como una descripción sociológica; diría, en cambio, que quien abrió la ventana le hizo un *signo* al otro para expresarle "Esperá un momento". Indudablemente, nada hay en la naturaleza humana que obligue a que ese código sea una reacción natural, un reflejo incondicionado y oportuno para efectuar en ciertos momentos. Como acabamos de hacerlo notar, en distintos medios culturales el signo podría ser interpretado de manera distinta, y lo mismo acontece con gran cantidad de gestos y conductas destinadas a la comunicación o expresión de actitudes y emociones.

Podemos ilustrar la necesidad de interpretar los códigos semióticos con un nuevo ejemplo, que nos ofrece esta vez un relato de ciencia ficción. Durante un largo

viaje espacial, una nave desciende en un pequeño planeta a fin de reabastecerse de combustible y a los viajeros se les permite abandonarla transitoriamente. Los protagonistas, un sociólogo y un individuo aficionado al juego, deciden dar un paseo, durante el cual descubren a un grupo de nativos sentados en el suelo, en círculo, cada uno de ellos provisto de un pequeño muñeco giratorio de cuyo pecho emerge un alfiler. Por turno, cada nativo hace girar su muñeco hasta que el alfiler acaba por apuntar a una determinada persona, la cual recoge una cantidad de muñecos depositados en el piso. Pese a las advertencias del sociólogo en cuanto al riesgo que puede implicar la ignorancia de los códigos de esa sociedad, su compañero decide participar en el "juego" y finalmente "pierde": se queda sin muñecos. Al cabo de un tiempo, uno de los nativos acapara todos los muñecos y aparententemente resulta el "ganador". Pero entonces los terrestres comprueban con espanto que aquel proceder de los nativos no era en realidad un juego. El "ganador" es llevado a un recinto en el que se yergue una gran estatua, semejante al muñeco y provista de un enorme estilete, y allí se lo sacrifica ensartándolo en éste. Se trataba de una cruel ceremonia religiosa y el "juego" no era tal, sino una forma de escoger quién sería la víctima. La moraleja del relato es que una mera descripción conductística de lo que ocurría mientras los nativos "jugaban" no permitía obtener información acerca del sentido oculto de los actos que realizaban. Decidir si aquello era o no un inocente juego con fines de entretenimiento hubiese requerido previamente disponer de cierta información sobre el código de conducta de los habitantes del lugar y formular la debida interpretación.

Según Umberto Eco, si no la totalidad, la inmensa mayoría de nuestras conductas se han adquirido mediante el aprendizaje en un contexto o medio social en el que hay ya una tradición acerca del uso del signo en determinadas circunstancias. Como lo indica en *La estructura ausente*, las diferencias de uso son realmente notables, lo cual se advierte cuando se compara la manera en que duermen las personas en distintas culturas: acostados sobre material blando, sobre el piso y apoyando la cabeza en un recipiente duro y hueco, o lisa y llanamente sentados. Y esta gran variedad de posiciones se presenta no sólo en el caso del acto de dormir, sino también en el de otros en que se satisfacen diversas necesidades naturales.

De hecho, la influencia de un medio cultural en la organización de nuestras conductas y relaciones con los semejantes parece muy similar a la posesión de un lenguaje, del que no cabe duda que depende del medio en el que nos hemos educado y de sus tradiciones. Es importante también señalar en este punto que, a veces, algunas nociones obvias que hay que emplear para referirse a hechos sociales adolecen indirectamente de esta misma característica. Sería, en este sentido, un tanto inútil y un despropósito que un sociólogo, a través de meros datos descriptivos proporcionados por un presunto "informante neutral", quisiera estudiar el fenómeno del abismo generacional y de la relación entre padres e hijos en la antigua Roma y en la sociedad contemporánea o, aun con más detalle, en el barrio de la Boca o en una familia sefaradí de la zona de Nazca y Gaona. Encontraría, por ejemplo, que el padre de familia no es solamente la persona biológica que ha contribuido a engendrar a los hijos. Decir que alguien es padre en una cultura implica, de suyo, una significación en cuanto a su carácter de autoridad, al compromiso de los hijos para con él y toda

una serie de responsabilidades recíprocas que atañen al sostén, la educación, la moral, etcétera, de la familia. Por consiguiente, el padre del cual hablamos al ocuparnos de los padres en la antigua Roma no es el mismo tipo de actor social que el padre en la familia sefaradí. Ello indica que gestos, actitudes y relaciones en el sentido físico o biológico no es todo lo que interviene en la sociedad para comprender las acciones e interrelaciones humanas. Hay aquí algo parecido a los códigos: un sistema de reglas implícitas que hace comprender cada acción como ocultando un propósito, una información o una significación en cuanto a jerarquías, y todo ello es de índole cultural, antropológica.

El problema que se plantea entonces es que, para aplicar el método hipotético deductivo y, en particular, referirse a una base empírica y tomar datos observables que sirvieran para hacer inducciones o contrastar teorías, deberíamos considerar acontecimientos o estados de cosas en los cuales, por lo que acabamos de decir, hay implícito un código, un significado, una serie de sentidos de muy diversa naturaleza. Éstos deben ser tomados en cuenta, pero, dado que son relativos a una cultura y a un sistema de costumbres, no tendríamos una base empírica invariante, independiente del ámbito cultural y social. Si esto fuese así, la corroboración o contrastación de una teoría sobre la base de datos implicaría una labor de interpretación, tesis sostenida por los interpretativistas cuando se refieren a la metodología de las ciencias sociales. En particular, no es posible que una mera descripción física o biológica dé sentido a los hechos para saber qué corroboran o refutan éstos. Parecería que es tan absurdo proceder en forma puramente biológica como sería para un individuo que no conoce el castellano y sólo oye los sonidos que emite otra, querer dictaminar si lo dicho por ésta constituye una adhesión o una repulsa hacia él. Dicho de otra manera, sin conocer el sistema de signos y de significaciones de un ámbito cultural, en particular conductas, relaciones, actos y situaciones que se producen en él, el hecho que se toma en calidad de observación pertinente para corroborar o refutar una hipótesis parecería no tener atingencia ni viabilidad.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que las propias leyes sociológicas no dejarían de hacer alusión, no tanto a los hechos, sino a sus significaciones. ¿Cómo podríamos contrastar una ley cuyo enunciado fuese, por ejemplo, "En toda sociedad, un número no demasiado pequeño de agresiones es contestado con agresiones"? ¿Únicamente tomando los datos en su valor biológico y no considerando también su aspecto significativo y de código? No cabe duda de que ésta es una seria dificultad, aunque no está muy claro, como muchas veces se sostiene, que constituya realmente un argumento contra la pertinencia del método hipotético deductivo en sociología. La posibilidad de aplicar el método implica una captación previa del código que corresponde a la sociedad estudiada, pero aprender un código no es, como a veces se cree, una actividad de índole ajena a la epistemología, sino más bien similar a las tácticas habituales en la práctica de la ciencia. Un código es, en el fondo, una estructura a la cual se adecuan las conductas de los individuos y es posible, para quien no lo conoce, tratar de captarlo por medio del método hipotético deductivo: conjeturar acerca de cuáles son las reglas de los usuarios del lenguaje, del sistema de signos y significaciones que emplean los miembros de una comunidad. En una palabra, es posible construir una teoría acerca de la naturaleza de las reglas sociales del grupo

en estudio. Esta teoría puede ser errónea, lo cual quedará puesto en evidencia al advertirse que las predicciones acerca de las actitudes de los usuarios no siempre se corresponden con las que realmente éstos adoptan. (Cierto gesto podría ser entendido hipotéticamente como una actitud amistosa, hipótesis que quedaría refutada si a continuación del gesto el usuario nos diera una trompada.) Se podría de este modo construir un modelo adecuado del sistema de reglas subyacentes a una sociedad; en una palabra, el método de formular hipótesis y corregirlas por medio de los hechos de conducta que se observan en la sociedad, ahora sí tomados biológicamente, nos permitiría acceder a un conocimiento razonable, aunque quizá nunca completo, del sistema de reglas y códigos de los habitantes de un lugar o de los componentes de una sociedad.

Desde luego, no todo es fácil en este sentido porque, como lo hizo notar el lógico Quine en su libro *Palabra y objeto* a propósito del fenómeno de entender por primera vez un lenguaje, puede ocurrir que haya una gran cantidad de hipótesis alternativas acerca de sus reglas, no equivalentes entre sí pero que expliquen lo suficiente sobre la conducta de los usuarios. Pero la situación no es muy diferente en el campo de las disciplinas naturales, donde también conviven teorías alternativas acerca de los fenómenos físicos y el ajuste se prolonga a veces indefinidamente a medida que acontece el desarrollo de la ciencia. Por consiguiente, nos parece que el reconocer la función que desempeñan el sentido, la significación y el código en una sociedad lo único que señala es el hecho obvio de que todas las disciplinas tienen sus peculiaridades en cuanto a la aplicación del método hipotético deductivo, por el hecho de que recoger los datos plantea problemas especiales según el ámbito en estudio. Indudablemente, los datos de la física son obtenidos a través de mediciones y medir no es un proceso sencillo. En cierto sentido, representa algo análogo al código. El físico debe elaborar toda una serie de teorías acerca de los instrumentos de medición y de procesamiento de los números que se obtienen con ellos, lo cual hace intervenir de una manera constante la estadística, por ejemplo, pero también la exactitud y el grado de excelencia tecnológica de los componentes del instrumento. No estamos diciendo que aquí, en sociología, a propósito del aspecto semiótico de los datos, aparezca algo parecido a la medición, pero sí que las reglas interpretativas desempeñan una función similar a la que cumple la teoría de la medición del físico cuando opera con instrumentos. En resumen, el sociólogo, el antropólogo, quien estudie una comunidad desde el punto de vista de las ciencias sociales, tiene un problema específico: revelar el código y el sistema de reglas de conducta. Pero, a medida que esto se logra, el científico se coloca gradualmente en condiciones adecuadas para contar con una base empírica ***metodológica***. (Advierta el lector que dicha base empírica no sería epistemológica, porque estaría comprometida con las teorías semióticas acerca del contenido significativo de los hechos.) Una vez en esta situación, se hallará en condiciones de contrastar hipótesis y teorías acerca de la sociedad, en el mismo sentido en que es posible hacerlo con las teorías físicas cuando se emplean datos interpretados a través de la luz que arroja la teoría de la medición.

La tesis de la inconmensurabilidad

No podemos en este punto dejar de mencionar una dificultad peculiar que se relaciona con las ciencias sociales. Con frecuencia se alude a la incomunicabilidad de las culturas entre sí, o a su ***inconmensurabilidad***, si se quiere utilizar una denominación popularizada por Kuhn y que corresponde también a una tesis adoptada por el epistemólogo Paul Feyerabend. Si tenemos las culturas *A* y *B*, como el sistema de reglas que imprime significación a los hechos en *A* es distinto del de *B*, lo que ocurra en *B*, que los usuarios de *B* entenderán perfectamente, será percibido en *A* de una manera totalmente distinta e inadecuada, porque *A* y *B* emplean diferentes códigos. Esto establecería una aparente imposibilidad, para quienes pertenezcan a distintas culturas, de lograr una comprensión común, comunicativa y racional de los problemas que plantea cada una de ellas y por tanto el entendimiento mutuo entre unos y otros. Tal problema, el de la ***transculturalidad***, supone analizar si realmente es posible o no acceder a un conocimiento social unificado, válido para todas las culturas, o bien hay que resignarse a admitir que dicho conocimiento es privativo de los usuarios de una cultura, o sea, es inherente a ella y está vedado a quienes pertenecen a otra. Se ha afirmado, en base a la segunda alternativa, que sólo sería posible, para cada cultura, enunciar reglas o leyes cuyo significado, alcance y validez son "internos" a ella y carecerían de sentido para las demás, tesis que, de paso sea dicho, ha sido sostenida a veces sin mayor fundamento con fines políticos.

Es curioso que algunos epistemólogos de las ciencias sociales, como Gibson en su libro *La lógica de la investigación social*, acepten este segundo punto de vista, a la vez que admiten la validez del método hipotético deductivo en sociología. Gibson indica que ello se traduciría en una limitación del alcance y la construcción de las leyes, pero, de cualquier manera, en el seno de una cultura, sería posible construir y contrastar teorías al más puro modo hipótetico deductivo. Sin embargo, no está claro que las limitaciones que señala este autor sean inevitables. Se puede, rápidamente, establecer un paralelo entre la situación que hemos descrito para las culturas *A* y *B*, a propósito de reglas semióticas para los actos, y el lenguaje empleado en ambas. Es cierto que la cultura *A* tiene su lenguaje y la otra, *B*, el suyo, y también es verdad que mientras no haya un "diccionario bilingüe" que permita la comunicación, ésta no existirá porque el usuario de *A* no entenderá al de *B* y éste no entenderá al de *A*. Pero es posible, a través del aprendizaje, que los usuarios de *A* aprendan a interpretar el lenguaje de *B* y viceversa. Esto es lo común en la civilización contemporánea: aunque la mayoría de nosotros no hemos nacido en países angloparlantes, hemos aprendido el inglés y comprendemos bastante bien lo que en esa lengua comunica el angloparlante, no sólo en un sentido informativo sino también en el expresivo y en el práctico.

Siendo esto cierto, no se ve por qué no se podría, en inglés, establecer una ciencia en la que se describieran reglas válidas para todas las culturas, y que permitieran comprender, a los usuarios de cada una de ellas, la manera en que se la ha estructurado a partir de sus componentes semióticos. La conclusión pesimista de Gibson acerca de que sólo son posibles las reglas restringidas no parece entonces obvia. En resumidas cuentas, insistimos en que no creemos que esta problemática haya creado realmente una objeción en contra del método hipotético deductivo, sino que a lo sumo señalaría, una vez más, que en cada disciplina los problemas metodológicos toman, a veces, características propias y que, naturalmente, no deben confundirse las dificultades que se encuentran en un tipo de disciplina con las que se encuentran en otra.

El caso del psicoanálisis

Expondremos otro problema adicional al que estamos discutiendo, vinculado con los alcances del método hipotético deductivo pero esta vez en relación con el psicoanálisis. Es bien sabido que éste, desde que Freud lo creó a fines del siglo pasado, tiene ardientes partidarios y a la vez notables detractores, pero situadas en una posición intermedia hay personas un tanto cautelosas o escépticas que, si bien no lo consideran un error o un peligro cultural, no están del todo convencidos acerca de su carácter científico. Entre los partidarios del psicoanálisis hay algunos que estarían de acuerdo con no darle ***status*** de ciencia, porque suponen que se trata de una disciplina peculiar provista de medios específicos de conocimiento y de acción, y que no se deben confundir con los que nos enseña el método científico. Y, del mismo modo que muchos reconocen que ciencia es ciencia y filosofía es filosofía, éstos estarían dispuestos a sostener que el psicoanálisis es psicoanálisis y no ciencia. Pero hay otros adherentes al psicoanálisis que consideran que sí, que esta disciplina proporciona un conocimiento científico basado en una metodología totalmente análoga a la que se emplea en otros campos de la ciencia. Entre los que piensan de este modo se halla nada menos que Freud, quien, pese a admitir que los métodos terapéuticos prácticos del psicoanálisis son un tanto ***sui generis***, sostiene que, en cuanto a las teorías psicoanalíticas y al tipo de conocimiento que proporcionan sobre el ser humano, ha creado una auténtica ciencia. En "Múltiple interés del psicoanálisis", uno de sus trabajos, señala que se trata de una nueva ciencia natural y que, como tal, tiene las mismas pretensiones y metodologías de conocimiento que muchas otras disciplinas del mismo talante.

Todo ello sucede en el polo de los adictos. En la vereda opuesta, la de los contendores, se podrán advertir acusaciones de todo tenor. Como ya dijimos, Mario Bunge afirma que el psicoanálisis no es científico porque la ciencia ha demostrado la tesis monista: todo lo relativo a lo que llamamos "mental" está relacionado con el cerebro y sus funciones. Según él lo concibe, el psicoanálisis afirma la existencia de lo mental como una sustancia distinta de la sustancia material, y por tanto caería en un dualismo que sería no científico por entrar directamente en colisión con las conclusiones de la ciencia.

Ya señalamos en el Capítulo 17 que nunca Freud ni los psicoanalistas que siguieron su orientación manifestaron la tesis dualista de un modo tajante, como parece creerlo Bunge. Dijimos allí que Freud había sido influido, en su formación médica, por la tradición médica de sus maestros "fisicalistas" y que creemos que nunca abandonó esa posición. Lo que ocurre es que advierte que su teoría acerca de los componentes y el funcionamiento de la psiquis es independiente de que se adopte previa-

mente la tesis dualista o la monista. Como comprueba que no es necesario tomar posición al respecto, hace compatible su monismo ontológico con su dualismo metodológico, es decir, el tratar lo material y lo mental como ámbitos acerca de los cuales no se toma posición acerca de si son o no reductibles el uno al otro. En su creencia, esa reductibilidad sería en principio posible, pero no ha sido lograda y, si llegara a probarse la imposibilidad de tal empresa, aun así el psicoanálisis sobreviviría.

De modo que el psicoanálisis no fuerza al reconocimiento de la existencia de una sustancia mental y, si es cierto que constituye en su faz terapéutica el descubrimiento de que hay enfermedades cuyo origen esta ligado a trastornos o fenómenos mentales, de ninguna manera se descarta que puedan reducirse a otros ligados al cerebro o al sistema nervioso central. En cierto modo, como ya dijimos, la psicología cognitiva, como así también las modernas teorías de las redes neuronales y de la fisiología del cerebro, parecen admitir que una serie de fenómenos descubiertos por el psicoanálisis podrían, finalmente, reducirse o, al menos simularse, mediante estructuras de naturaleza material. Si esto es así, el psicoanálisis podría llegar a ser una teoría derivada de (o reductible a) teorías fisiológicas de naturaleza monista.

También es posible que, en el futuro, puedan edificarse mejores teorías acerca de la psiquis y que el psicoanálisis deba ser abandonado. Al respecto, Freud fue siempre consciente del carácter hipotético de sus teorías. En uno de sus textos afirma, para que lo recuerden los lectores, que el psicoanálisis es al fin de cuentas hipotético y que de seguro e inexorablemente vendrá el momento en que será reemplazado por una teoría más adecuada. Es verdad que lo expresa de tal modo que pareciera considerar que ello no ocurrirá antes del cuarto milenio, pero, de todas maneras, aquí se desdice de lo que afirma en otros fragmentos de su obra: que el psicoanálisis es un descubrimiento que no podrá ser descartado en el futuro como parte del conocimiento.

Sin duda Freud no era dogmático. Sabía que el conocimiento tiene el carácter de hipótesis provisoria aceptada por sus éxitos explicativos, predictivos y terapéuticos, pero que de ninguna manera encierra una verdad absoluta. Aun así, los detractores del psicoanálisis aducen en su contra también razones de otro orden, una de las cuales es que los conceptos del discurso psicoanalítico tienen tan poca exactitud que la corrección de los razonamientos es difícil de establecer y no se advierte claramente cómo está constituida la cadena deductiva que lleva desde la teoría a los hechos que se quieren explicar o predecir. Si esto fuese así, el método hipotético deductivo sería impracticable en psicoanálisis porque no podríamos, realmente, contrastar sus teorías o saber en qué medida permite hacerlo el material clínico.

Estas críticas fueron expuestas por Nagel en un famoso simposio y originó una fuerte discusión entre psicoanalistas y epistemólogos de la tradición anglosajona. Allí Nagel adoptó una posición intolerante, pero señaló con claridad cuáles son las dificultades. El problema es que, aunque Nagel tiene bastante razón en lo que afirma, si se adoptasen sus argumentos al pie de la letra quedarían automáticamente suprimidas del espectro científico casi toda la psicología, la sociología, la psicología social, la antropología, la politología y una parte importante de la economía. ¿Y por qué? Porque todas estas ciencias utilizan el lenguaje ordinario y gran parte de los términos que emplean tienen una vaguedad tal que en muchas ocasiones no está muy claro qué se está haciendo en materia de investigación. Podríamos tomar como ejemplo un fragmento del economista Samuelson, al comienzo de su célebre tratado, donde habla de la "ley de las utilidades decrecientes". El fenómeno al cual se refiere allí consiste en que, a medida que hay más usuarios, hay menos beneficios para cada uno de ellos, y está formulado con conceptos del lenguaje ordinario tales como "usuario" y "utilidad", que no están definidos por un procedimiento riguroso. Por ello, sólo intuitivamente sabemos de qué se está hablando. El lector puede entender que esto es provisorio y que después habrá definiciones más rigurosas, pero Samuelson no las provee. También existen muchos de libros de texto en ciencias sociales que comienzan con conceptos vagos y que luego se desarrollan de un modo que no introduce más nitidez, al menos que se admita, como hacen muchos autores, que cuanto más se habla más se caracteriza a los conceptos y más precisión adquieren. Desde luego, también puede interpretarse que, cuanto más se habla y más uso se hace de conceptos confusos, la confusión aumenta y la indeterminación se multiplica hasta que, finalmente, tales conceptos pierden toda significación científica.

Es de temer que, ante lo que estamos diciendo, más de cuatro epistemólogos escépticos, y entre ellos el propio Mario Bunge, digan: "Y bien, sí, pero en verdad la sociología o la antropología tampoco son genuinas disciplinas científicas". Este tipo de objeciones plantea un problema de carácter práctico y epistemológico bastante serio. La pregunta es: ¿sólo se puede hacer ciencia con toda seriedad cuando se emplean los más nítidos y exactos procedimientos de simbolización y de definición rigurosa? Si se aceptara esta tesis, muy probablemente sólo quedarían en pie, en calidad de ciencias, ciertos sectores de la matemática y de las ciencias naturales, pero esto no ocurre ni es conveniente que ocurra. Algunos epistemólogos parecen suponer que, en la actualidad, la matemática y gran parte de la física ya poseen rigor completo, pero el autor de este libro no se cuenta entre ellos. Si consideramos la enorme mayoría de los libros de matemática, veríamos que, aunque se empleen en ellos las formulaciones más rigurosas, gran parte del lenguaje allí utilizado es el ordinario, que no está nítidamente simbolizado y presenta un grado apreciable de vaguedad. Por consiguiente, expulsar del ámbito de la ciencia a todo aquello que emplee conceptos y expresiones lingüísticas viciadas de vaguedad sería como arrojar al bebé con el agua del baño. Dejaría en nuestro horizonte un muy pobre sedimento de teorías totalmente precisas, que ni siquiera serían las más interesantes desde el punto de vista del desarrollo del conocimiento.

Pero entonces, ¿qué hacer con el método científico y en particular con el método hipotético deductivo? Porque la objeción de Nagel contra el psicoanálisis podría extenderse a toda la práctica científica en cuanto a deducciones, enunciados y vocabulario. Creemos que hay una cierta exageración en formular las cosas de esta manera y por eso decíamos también que ésta es una cuestión de carácter práctico. No hay más remedio, en el momento en que las teorías se formulan o atraviesan las primeras etapas de su desarrollo, que aceptar su vaguedad y estar atentos en cuanto a la corrección o incorrección de las deducciones que se emplean en ellas. En caso de genuinas dificultades, habrá que tomar ciertas decisiones metodológicas con relación a los "culpables" de los inconvenientes, e incluso reexaminar epistemológicamente la teoría en su conjunto. De hecho, corresponde introducir las aclaraciones y discusio-

nes epistemológicas de las teorías que se inventan, desarrollan y usan en ciencia, sólo si hay buenas razones que lo justifiquen. Si un matemático ofrece una demostración original de una conjetura que hasta el momento no se había podido resolver, no cabe duda de que la comunidad científica no aceptará el resultado hasta examinar con cuidado todas las líneas deductivas y todos los procedimientos que un tanto vagamente se han empleado. En otro sentido, puede suceder que, ante la aparición de inconvenientes en una teoría, se resuelva darle a ésta una formulación más rigurosa para poder establecer la índole de tales situaciones problemáticas.

El psicoanálisis no escaparía a la obligación moral, desde un punto de vista científico, de poner más atención a la formulación exacta de sus hipótesis, para elucidar por caso temas como si la teoría de Melanie Klein es o no, finalmente, una subteoría de la teoría freudiana y en qué se parecen o se diferencian ambas. A todo esto se agrega la natural inclinación de los epistemólogos, por la naturaleza misma de su actividad, de tratar de comprender con exactitud qué es lo que afirma una teoría, por lo cual parece inevitable que aspiren a darle a ésta un barniz de exactitud y nitidez, lo que implica, muchas veces, una tarea de reconstrucción rigurosa de su estructura. Pero ello parece ser más bien una inquietud de carácter epistemológico antes que científico. Sólo en épocas de crisis puede, realmente, en el desarrollo de una ciencia, volverse urgente la necesidad de precisarla para poder analizar, por ejemplo, cuál es a naturaleza de una refutación, pues, como ya lo hicimos notar en todas nuestras discusiones acerca del método hipotético deductivo, la refutación parece ser un motor de cambio y desarrollo científicos.

Hay que agregar, además, una cuestión similar a la que presentamos cuando comparamos el papel de la medición en física y el de la significación en ciencias sociales. En psicoanálisis existe lo que se llama *interpretación*, que aparece en el desarrollo de a terapia psicoanalítica, donde también el material oral y la conducta del paciente se toman "resignificados" de una manera peculiar, y esto es lo que permite, a su vez, contrastar hipótesis acerca del psicoanalizado e, incluso, de la teoría psicoanalítica por entero. Pero la metodología que resulta de la interpretación psicoanalítica y de sus usos es tema muy complicado que no vamos a encarar aquí*. Solamente consignaremos que el método hipotético deductivo, aunque en forma más intrincada, parece dar cuenta, también, del proceso de validación de las interpretaciones, cosa que ya, de alguna manera, habían señalado John O. Wisdom y otros epistemólogos.

Puesto que hemos hablado de la vaguedad de las teorías psicoanalíticas como una especie de etapa por la cual, razonablemente, hay que transitar durante las primeras etapas del desarrollo de toda teoría, conviene señalar una significativa indicación de Freud. En *Introducción al narcisismo*, plantea el problema de si es o no conveniente que una teoría científica sea nítida, o más exactamente si los términos introducidos por la propia teoría para poder enunciar sus hipótesis han de ser precisos desde un comienzo o se podrá admitir en ellos una cierta dosis de vaguedad. Los epistemólogos y científicos de temperamento formalista dirían que sí, pues esto ha-

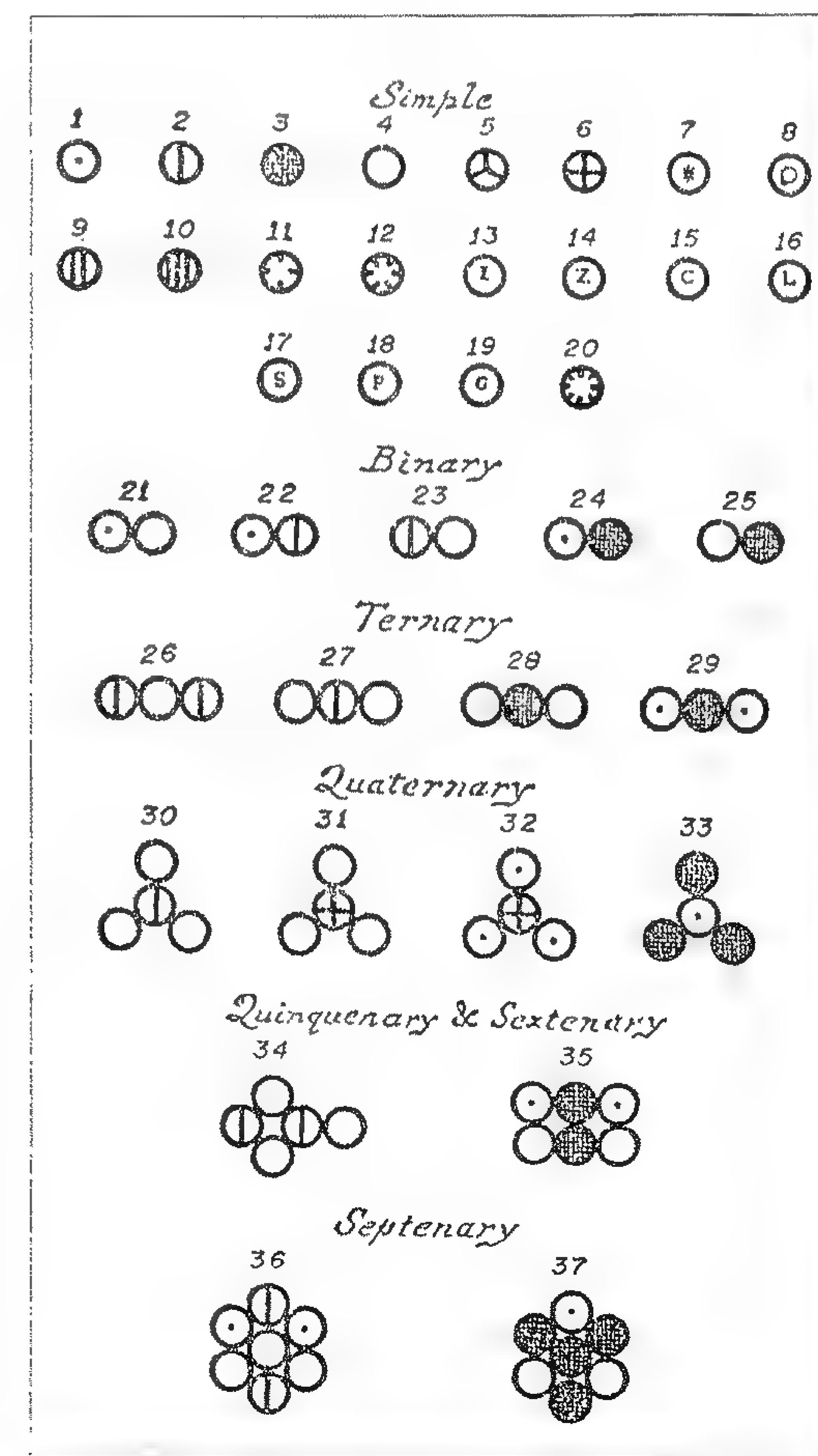
Para una exposición de los puntos de vista del autor acerca de la cuestión, véase Etchegoyen, R. L., *Los fundamentos de la técnica psicoanalítica*, Buenos Aires, Amorrortu, 1986, capítulo 35.

ría ociosa una serie de discusiones y otorgaría claridad al tópico y a los alcances de lo que se discute. Ahora bien, Freud piensa exactamente lo contrario. Nos dice que, si los términos fuesen muy nítidos desde un comienzo, la probabilidad de que la teoría describa exactamente los estados de cosas tal como ocurren se hace muy reducida; es muy probable que la teoría esté equivocada y haya que corregirla y ajustarla. Preferible es, dice Freud, que aparezcan con una cierta dosis de vaguedad que les permita acomodarse progresivamente, a través de la propia práctica científica, a los hechos y observaciones. La claridad surgirá luego, a medida que la disciplina se desarrolle y esto es conveniente, agrega Freud, por cuanto la observación es la piedra de toque que otorga validez y alcance a las teorías y a las actividades científicas. Es importante aclarar este punto porque los antiempiristas del campo de la psicología contemporánea parecen ser víctimas de una enfermedad que podría denominarse "fobia observacional", responsable de la antipatía que profesan ante los reclamos de quienes, como el autor de este libro, sostienen que una disciplina científica debe vincular aspectos informativos con observacionales. Quienes padecen tal enfermedad tratan de reforzar, desde una posición racionalista, los aspectos asertivos, de pensamiento y de significación que hay en una teoría, y suelen anteponerlos a los aspectos empíricos. En todo caso, el control de la teoría quedaría en manos de la práctica, a la que ellos, en general, desvinculan un tanto de la observación. Freud, por el contrario, se hallaba convencido, como todo buen hipotético deductivista, del papel central que tiene la observación en la formulación, desarrollo y cambio de las teorías científicas.

Nada de lo dicho significa que el rigor sea un recurso al que no convenga apelar. Si una teoría es rigurosa desde un comienzo, presentará ventajas en cuanto a la comprensión del tipo de conocimiento que brinda y ofrecerá también mayores posibilidades de contrastarla de manera drástica. Si no lo está, se admitirá que brinde un conocimiento un tanto vago de inicio, pero no se debe perder de vista el objetivo de que adquiera, a través de su propia aplicación científica, mayor nitidez y mejores formulaciones. Actualmente somos víctimas de una moda que sostiene que la búsqueda del rigor nos hace perder el contacto con la realidad, porque ésta tendría una indefinición, una vaguedad y una complejidad que convertirían en una pedantería inadmisible nuestros propósitos de construir una ciencia exacta acerca de ella. Si se tomase esta tesis al pie de la letra, tendríamos que admitir que, cuanto más general y vaga es una aseveración, tiene menor riesgo de ser errónea, más probabilidad de ofrecer conocimiento y será, por tanto, filosóficamente más trascendente. Todo lo cual llevaría a edificar una suerte de "ciencia *light*", anunciada ya como la ciencia del futuro, que permitiría democráticamente a todos los ciudadanos por igual reunirse en fiestas, cafés u ocasiones amables y hacer profundas consideraciones teóricas acerca de lo complicada que es la vida, de lo incómodas que son las crisis sociales, de cuán intrincada es la naturaleza del hombre o de la eficacia de la meditación trascendental para la salvación individual. Nada de ello puede compararse con el enorme conocimiento y la notable seguridad práctica que nos ha brindado la ciencia, cuyos beneficios sociales (y aquí sólo bastaría mencionar los aportes de la medicina) son y serán indiscutibles.

20

El problema de los términos teóricos



Símbolos utilizados por John Dalton (1766-1844) para representar los átomos de algunos elementos y sus combinaciones. No todos los físicos y químicos del siglo XIX estaban dispuestos a admitir que el término "átomo" designara una entidad existente. No sería mucho más que un mero instrumento verbal.

Términos teóricos y discurso científico

Desde un punto de vista lógico, el método hipotético deductivo focaliza su estrategia en la distinción entre lo observable y lo teórico, establecida al comienzo de este libro. Nuestro propósito fue allí precisar la noción de enunciado observacional, que alude a la base empírica, constituida por las entidades empíricas u observables. La distinción es pertinente, además, para comprender el papel de la deducción lógica, que permite no solamente el desarrollo de las teorías sino también la operación de contrastación. Ya señalamos la aparición de problemas epistemológicos y metodológicos que obligan a formular el método hipotético deductivo en términos de una visión "compleja" que sustituye a la visión "simple" analizada en el Capítulo 9. Discutiremos ahora algunos problemas que, si bien no plantean una incompatibilidad para este método, llevan, según la posición que adoptemos, a formulaciones algo distintas de las que hasta el momento hemos presentado.

La primera cuestión que deseamos discutir se relaciona con la distinción entre observable y teórico que introdujimos, en primer lugar, para las entidades y, en forma refleja, para los términos científicos. Nuestra distinción plantea implícitamente dos cuestiones algo independientes pero que importa zanjar. La presencia de los términos teóricos, ¿es epistemológicamente legítima en el discurso científico? Dicho de otra manera, ¿estamos realmente autorizados a hablar de entidades que están fuera de la observación y de la práctica directa y que, de alguna manera, parecen ser meras especulaciones y conjeturas? ¿O es importante para la ciencia utilizar términos teóricos porque éstos aludirían a entidades que, más allá de la observación, nos permitirían acceder a la zona del universo que no está al alcance de nuestra captación directa?

Como enseguida veremos, estas preguntas han admitido diferentes respuestas, pero desde ya queremos señalar un segundo problema: ¿qué significan los términos teóricos? Se trata de una cuestión semántica no trivial: los términos empíricos, podría aducirse, adquieren muchas veces su significado mediante algún procedimiento ostensivo, es decir, la entidad aludida se presenta directamente a nuestra percepción y, de esa manera, la conocemos sin intermediarios instrumentales ni conceptuales. Por ejemplo, podríamos decir que el término observable "silla" adquiere significado cuando indicamos que alude, por ejemplo, a la silla en la cual estamos sentados. En este sentido, la palabra adquiriría su referencia precisamente porque nos es accesible el objeto referido y éste es el que, por un acto lingüístico especial, conferimos a la palabra o al término como denominación. Ésta debe ser, de alguna manera, la forma en que aprendimos a usar términos tales como "mesa", "blanco" o "caliente". Pero tal cosa no es posible para los términos teóricos, pues no hay procedimiento ostensivo para captar su referencia. ¿Qué entidad podríamos señalar ostensivamente para ejemplificar lo que denominamos "átomo"? Si esto es así, la referencia de los términos teóricos y, en general, su significado, ¿de dónde provienen? Tenemos entonces dos problemas en danza, el de la legitimidad y el del significado de los términos teóricos. De la respuesta a estas cuestiones dependerá que adquiera legitimidad el discurso que empleamos para construir las teorías y la operación de contrastación. De otro modo, podría pensarse, si sospecháramos que los términos teóricos no tienen referencia ni significado, toda teoría que contenga enunciados de tercer nivel sería, en

último término, un pseudodiscurso no significativo y, por consiguiente, no podría proporcionar conocimiento científico.

Respecto del problema de la legitimidad de los términos teóricos, es necesario mencionar que el hablar acerca de entidades no observables puede ser considerado, como muchos científicos y filósofos lo han sostenido, una mera especulación metafísica. Si así fuese, estaríamos en presencia de la amenaza de la no significación, que convertiría al discurso científico en una actividad de carácter meramente especulativo. No analizaremos en detalle la discusión de cada uno de estos puntos de vista, pero describiremos sucintamente algunas posturas epistemológicas que, por sus discrepancias, llevaron a concepciones muy distintas del discurso científico y de lo que debe ser en particular una teoría científica. Por ello, aunque estas cuestiones no afectan la validez del método hipotético deductivo, de algún modo se vinculan con sus alcances y límites, pues, por ejemplo, si resultase que usar términos teóricos fuera pura especulación no científica, desvinculada de la experiencia, un sistema hipotético deductivo que utilizara hipótesis de tercer nivel no sería una teoría científica, al menos de acuerdo con el criterio de demarcación entre ciencia y metafísica que, oportunamente, describimos en relación con las ideas de Popper.

Cinco orientaciones parecen poder distinguirse en cuanto al problema de la legitimidad y el significado de los términos teóricos. En realidad, las posturas existentes sobre esta temática son muchas, pero, violentando un tanto la real riqueza de las controversias que han suscitado, las agruparemos en solamente cinco: constructivismo (o empirismo radical), operacionalismo, instrumentalismo, realismo y estructuralismo. Insistimos, sin embargo, en que todas ellas tienen, especialmente las dos últimas, variantes notables que merecerían, tal vez, una distinción más precisa.

Constructivismo o empirismo radical

El constructivismo* se relaciona con el éxito que en matemática tuvo, según ya lo indicamos anteriormente, la aritmetización de la matemática y la posición logicista, es decir, la posibilidad de reducir, mediante definiciones o construcciones lógicas, los conceptos de la matemática a nociones ligadas al número natural y éstas, a su vez, a entidades o nociones lógicas. La idea del constructivismo es que un método semejante sería, en principio, posible para la ciencia en general. Se trataría de reducir los términos teóricos a los datos de la base empírica, es decir, definirlos o construirlos a partir de términos que aluden a la misma, de carácter observacional. Si ello se pudiera lograr, al menos parcialmente, la tesis constructivista se entendería, en relación con los problemas que hemos planteado antes, de la siguiente manera: "Los términos teóricos son sólo legítimos en ciencia si son reductibles, es decir, definibles en forma explícita o contextual eliminable a partir de los términos empíricos". Decir que un término se define en forma *explícita* a partir de otros es, simplemente, asegurar que se iguala su significado al de una determinada combinación de términos ya entendidos y conocidos.

* Advertimos al lector que "constructivismo" es usado aquí de una manera que poco tiene que ver con el empleo del término por parte de ciertos epistemólogos posmodernistas.

A su vez, decir que estamos ante una definición *contextual eliminable* es equivalente a afirmar que toda proposición o enunciado en el que figure el término que estamos definiendo debe ser traducible a una combinación de enunciados y proposiciones en los que el término no figura, pero sí lo hacen términos de significado conocido.

La tesis constructivista sostiene, en síntesis, que un término teórico adquiere legitimidad si se lo puede igualar a una combinación de términos empíricos ya entendidos, o bien se lo emplea en ciertos enunciados sobre la base de una traducción a una combinación de enunciados en los cuales, si bien él no aparece, lo hacen solamente términos empíricos. Ésta es la razón por la cual se conoce a esta posición también como *empirismo radical*, que se manifiesta en escritos de algunos empiristas lógicos de comienzos de este siglo, como por ejemplo en *La construcción lógica del mundo*, de Rudolph Carnap. La segunda cuestión, acerca de cuál es el significado de los términos teóricos, admite para el constructivista una contestación muy sencilla, pues el mismo se lo otorga la definición explícita o la contextual eliminable.

El constructivismo tuvo gran éxito en una primera etapa del desarrollo de la epistemología contemporánea y está muy vinculado al pensamiento de Bertrand Russell, tal como se lo puede encontrar en su artículo "El método científico en filosofía", incluido en *Misticismo y lógica*, y también en su posterior libro *Nuestro conocimiento del mundo externo*. Russell aduce que nociones filosóficas tales como mundo externo, objeto, yo, suceso, objeto físico, lapso, instante, admiten una definición que construye dichos conceptos a partir de lo que él llama sucesos o datos empíricos. Éste sería el material empírico básico con el cual se podría construir, según Russell, el discurso filosófico, pero además, según Carnap, también el de la física y la psicología. Carnap sería entonces un constructivista en un sentido ya no filosófico, sino científico.

Pese al éxito inicial de esta postura y a ciertas propuestas similares posteriores muy ingeniosas, como la que presenta el epistemólogo Nelson Goodman en su libro *La estructura de la apariencia*, las pretensiones de considerar al discurso científico como legítimo sólo si es, en último término, traducible por medio de definiciones sobre la experiencia o sobre hechos empíricos, fue perdiendo vigencia. Se advirtió, en primer lugar, que el constructivismo empobrecía enormemente el discurso científico real y que, además, la ciencia emplea términos teóricos utilísimos que no admiten este tratamiento. De modo que, paulatinamente, esta tesitura acabó siendo considerada como una posición extrema y fue suplida por otras de carácter más amplio.

Operacionalismo

Importante por su parentesco con el constructivismo pero, al mismo tiempo, por haber tenido mas éxito al permanecer hasta el día de hoy como una posición defendible desde un punto de vista práctico en la ciencia, es lo que se denomina *operacionalismo*. Se vincula con el pensamiento del físico y epistemólogo Percy Bridgman, especialmente desarrollado en su libro *La naturaleza de la teoría física*, y también al de Carnap cuando, en una de sus numerosas transiciones, abandonó el constructivismo y adoptó una concepción más amplia vinculada a su teoría lógica de lo que él llamaba "oraciones reductivas", y que puede encontrarse en su memoria "Testability and Meaning".

Para comprender esta posición mencionaremos, sin entrar en un análisis detallado, la existencia de un tipo de definición que tiene poco que ver con las concepciones tradicionales de la misma y que la identificaban con "lo que da el significado". Se trata de las llamadas "definiciones operacionales". No es inoportuno hacer notar desde ahora que esta denominación tiene su polisemia, y que muchos autores no tienen inconveniente en denominar "definición operacional" a lo que en algunos pasajes de este libro hemos denominado "reglas de correspondencia", entendidas más como definiciones que como hipótesis. Aquí nos referimos a definiciones operacionales aludiendo a un tipo de definición que se propone del modo siguiente. Se quiere definir una propiedad *P* estableciendo si la presencia de *P* está o no correlacionada con una determinada respuesta *R* ante un estímulo o estado de cosas *E*. La idea central que subyace en la propuesta es que la pregunta acerca de la presencia o ausencia de *P* sólo es pertinente frente a los hechos que nos permiten decidir acerca de la presencia o ausencia de *R*; entonces, la pregunta sería: si acontece el estímulo o estado *E*, ¿encontramos la respuesta *R*, indicadora de la presencia de *P*? La propiedad *P* no es aquí nada desconocido y oculto, sino simplemente una manera de aludir a la presencia de la respuesta *R* ante un estado de cosas o estímulo *E* que ha acontecido. Esto último no es algo que esté ofrecido espontáneamente en la naturaleza, sino que, de alguna manera, hay que lograr que acontezca, lo cual explica por qué se llama "operacional" a esta definición: exige la realización de una serie de operaciones para que el estado o estímulo *E* se produzca. Por tanto, una definición operacional de *P* tendría la siguiente y curiosa forma: "Si *x* experimenta *E*, entonces diremos que *x* tiene la propiedad *P* si y sólo si *x* experimenta la respuesta *R*". Adviértase entonces que la pregunta por *P* sólo puede hacerse si se efectúan primero las operaciones que permiten afirmar la presencia de *E*: cuando ello esté garantizado, será legítimo hablar de *P* y sólo en el caso de que se haya presentado *R*.

La exposición anterior es un poco abstracta, por lo cual daremos dos ejemplos de definiciones operacionales, una de un concepto físico y la segunda de un concepto psicológico. Una definición operacional de "magnético" sería: "Si el objeto *x* se coloca en cierta posición y se mueve de cierta manera frente a una porción de la roca llamada magnetita suspendida de un hilo, entonces diremos que *x* es magnético si y sólo si la magnetita gira alrededor del hilo". En su libro *El concepto de lo mental*, Gilbert Ryle ofrece una ya mencionada definición operacional de "inteligente", que es la siguiente: "Si el sujeto *x* es sometido a una situación difícil o a un problema complicado, entonces diremos que *x* es inteligente si y sólo si supera la situación o resuelve el problema". El lector puede advertir en estas dos definiciones que el colocarse cerca de la magnetita y moverse de cierta manera, en el primer caso, o el estar sometido a una situación difícil o enfrentado a un problema, en el segundo, corresponden al estímulo *E*. A su vez, la respuesta *R* consiste en que se produzca el giro de la magnetita o que se resuelva el problema. Hemos dado por tanto un significado a "magnético" y otro a "inteligente" que corresponde a cada situación descrita y no a otra. El uso y significado de estos términos así definidos sólo son oportunos, desde un punto de vista semántico, si acontece la situación *E* y se presenta la respuesta *R*. Por decirlo así, *E* y *R* otorgan la autoridad necesaria para emplear tales términos, si bien en otros empleos de los mismos, sin la presencia de *E* y *R*, no tendrían

un significado definido. Pero es necesario señalar que un mismo concepto puede admitir distintas definiciones operacionales, pues los físicos no emplean el término "magnético" solamente a propósito de los efectos que el material en estudio produce sobre un trozo de magnetita. En tal caso, el término "magnético" requeriría, para su definición operacional, un estímulo *E'* y una respuesta *R'* distintos de los anteriores. Enseguida analizaremos si ello es o no una fuente de inconvenientes.

Estamos ahora en condiciones de definir la posición epistemológica llamada operacionalismo: "Un término teórico es legítimo si y sólo si es posible definirlo explícitamente, en forma contextual eliminable o de manera operacional a partir del solo uso de términos empíricos". Esto es lo que, de paso sea dicho, hemos hecho en las dos definiciones operacionales que ofrecimos como ejemplos. Pero aquí se presenta la cuestión acerca del significado del término teórico y en este punto Bridgman y Carnap discrepan. Para Bridgman, cada definición operacional define un concepto distinto. Podríamos definir "magnético" diciendo que si acercamos un cuerpo a un alambre y lo hacemos girar de cierta manera, entonces el cuerpo es magnético si y sólo si en el alambre se genera corriente eléctrica. (Aquí "corriente eléctrica" no es un concepto empírico, pero se supone que ha sido definido operacionalmente por el recurso al comportamiento de pilas y galvanómetros.) Aparece entonces la discrepancia: ¿estamos o no en presencia de un mismo concepto de "magnético"? Bridgman diría que no: deberíamos hablar de "magnético en sentido 1" y de "magnético en sentido 2", o bien, si se quiere, "magnético a la griega" y "magnético a la Faraday", en razón de que las observaciones sobre las propiedades de la magnetita son muy antiguas pero el efecto de producción de corriente eléctrica por medio de materiales magnéticos fue descubierto por el físico inglés Michael Faraday en el siglo XIX. La posición de Bridgman tiene el atractivo de no confundir nociones que pueden ser, en principio, distintas, pero un inconveniente notorio: transformar cada concepto de física, tal como una teoría tiene que usarlo en distintas circunstancias para hacer predicciones, en una cantidad fragmentaria de pequeños conceptos de muy poco alcance pues sólo pueden ser empleados en situaciones muy peculiares.

Aquí podríamos recordar a Miguel de Unamuno, quien recriminaba a los científicos contemporáneos, desde su posición de filósofo, el haber transformado a los hechos en "polvo de hechos". Parecería que la concepción de Bridgman transforma a los conceptos científicos en "polvo de conceptos". Bridgman advierte que si quisiéramos vincular dos conceptos presentados por definiciones operacionales diferentes, como el "magnetismo a la griega" y el "magnetismo a la Faraday", tendríamos que realizar experiencias de laboratorio y observaciones que indicaran que toda vez que un cuerpo muestra "magnetismo a la griega" muestra a la vez "magnetismo a la Faraday" y viceversa. Así se explica la tendencia a utilizar una sola palabra, "magnético", sin especificar las condiciones particulares en que ha sido definida operacionalmente, aunque en principio ello sería en verdad una confusión entre dos conceptos distintos. En principio, al menos en ciertos casos, se puede coincidir con Bridgman. Distintos *tests* que se emplean para definir "inteligencia" emplean distintos tipos de estímulos *E* y respuestas *R*, y en principio no se ve por qué habría que asimilar las definiciones operacionales que ofrecen. Un *test* como el de Binet se basa en preguntas y resolución de problemas, mientras que el de Raven en percepción de for-

mas, pese a lo cual ambos dan información sobre el concepto de inteligencia. De hecho, es muy probable que se trate de *tests* que acusan propiedades en el fondo distintas, pero también es cierto, y en ello coincidiría Carnap, que un pequeño cambio en una lámina del test de Raven, por ejemplo, no nos autorizaría a decir que el nuevo *test* así obtenido define algo diferente. Carnap aduce, con razón, que hay *tests* que definen un mismo concepto, sólo que lo hacen así: cada definición operacional define *parcialmente* un posible uso de ese término. Para él, el significado de un término se obtiene por una suerte de yuxtaposición de todas sus definiciones operacionales; a diferencia de Bridgman no titubearía en afirmar que el "magnetismo a la griega" y el "magnetismo a la Faraday" son un mismo concepto, y ello debería quedar implícito al ser formulada una teoría sobre el magnetismo. A la objeción de que nunca podríamos estar seguros de que ha quedado completado un concepto porque siempre sería posible el advenimiento de nuevas definiciones operacionales no imaginadas hasta el momento, Carnap respondería que los conceptos, aun en el lenguaje ordinario, nunca están completamente definidos y se enriquecen cada vez más a medida de que nuevos usos y nuevas circunstancias nos ilustran acerca de su empleo. Como observa el epistemólogo John Hospers en su libro *Introducción al análisis filosófico*, podríamos descubrir en un viaje por un desierto una montaña que semeje la cabeza de un gato y que, de pronto, se mueva y emita un sonoro y tremendo *miau* gutural. Si ello no fuera la mera consecuencia de haber bebido un buen whisky y realmente se tratase de un fenómeno natural, ¿cómo se lo describiría? ¿Se diría que hemos visto una montaña con comportamiento de gato o un gato que tiene el tamaño de una montaña? No parece que la palabra "gato" haya sido acuñada, en su significado, para un uso semejante y aquí habría que tomar decisiones acerca de cuál es su empleo y su uso.

La idea de Carnap es que los conceptos teóricos deben definirse operacionalmente mediante muchas definiciones operacionales, proceso que nunca queda terminado, por lo cual todo concepto científico teórico tendría, en el fondo, esa característica que lingüistas y lógicos denominan "textura abierta del lenguaje", en el sentido de que nunca disponemos de significados completos. Queremos señalar que, finalmente, Carnap se alejó también de esta posición a fines de los años 50, pese a lo cual el operacionalismo, tanto en su versión como en la de Bridgman, tiene actualmente vigencia en sociología, en psicología y en física. Los sociólogos, por ejemplo, cuando hablan de "indicadores", se refieren a las respuestas *R* que hay que encontrar en ciertas situaciones *E*. Pero el propio Carnap afirma en uno de sus artículos, "El status metodológico de los términos teóricos", que la perduración del operacionalismo es algo lamentable y que los epistemólogos han sido culpables de poner de moda una posición epistemológica que luego se reveló equivocada. Hay que acudir a otra idea metodológica sobre los términos teóricos, dice Carnap, pero resulta que es muy difícil convencer de ello a los científicos porque éstos han quedado anclados en la posición operacionalista anterior.

La moraleja consiste en que nunca hay que confiar en las indicaciones de los epistemólogos como una especie de prescripción normativa que debe acatarse de una vez y para siempre. Las ideas epistemológicas tienen el mismo carácter tentativo, provisorio e interpretativo de las teorías científicas y, así como éstas cambian, hacen lo propio también las concepciones epistemológicas sobre el uso de las teorías. La actividad de los epistemólogos es, más bien, la de un diálogo o una situación dialéctica con los científicos; los científicos aprenden de los epistemólogos, pero los epistemólogos, también, aprenden de los científicos a medida que las teorías científicas se desarrollan y aparecen nuevas dificultades y nuevas tácticas que permiten ver las cosas a la luz de recursos que antes no se sospechaban. Los psicólogos han encontrado la posibilidad de definir "inteligencia", "voluntad", "deseo", etcétera, mediante definiciones operacionales. Los sociólogos han hecho lo propio con "tensión social" o "conflicto", y no hay duda de que los físicos tienen su arsenal, como lo demuestran las palabras "frágil" o "flexible", pero, de todos modos, es opinión por parte de epistemólogos y también de físicos de nuestro siglo, como Einstein, que los procedimientos operacionales, aunque útiles a veces, no deben ocultar que la caracterización del significado de los términos teóricos está más ligada a la noción de teoría que a la de definición operacional.

En el marco de esta polémica entre operacionalistas y "teoristas" resulta muy interesante analizar hasta dónde se pueden aplicar las técnicas operacionales para introducir conceptos. No cabe duda de que, así como en geometría es pertinente descubrir qué figuras se pueden construir con regla y compás y cuáles no, es también de interés saber cuáles son los conceptos que se pueden construir en forma operacional. ¿Por qué hacemos esta afirmación? Porque lo que se define operacionalmente adquiere su significado independientemente de las teorías a las que el científico se adscribe. Los partidarios de la definición operacional tienen la ventaja de que definen previamente los conceptos y luego formulan con ellos las teorías. Distinta es la posición, que analizaremos en breve, de quienes piensan que el significado de los términos teóricos proviene de su uso en las teorías, porque ello provocaría que, en el momento en que es necesario cambiarlas, aunque se sigan empleando las mismas palabras, éstas cambian de significado. Ésta es la razón por la cual se ha dicho muchas veces, y hay en ello algo de cierto, que cuando Einstein usa la palabra "masa" no se refiere a la misma entidad teórica de la que hablaba Newton. ¿Y por qué? Porque se admite que tales palabras derivan su significado del uso que se hace en determinada teoría de la mecánica. Por ello, el interés de saber qué conceptos pueden definirse operacionalmente está ligado a la cuestión del cambio de teoría y de la consecuente modificación de los significados de los términos teóricos. De todos modos, en la actualidad, hay escuelas epistemológicas que encuentran limitado al operacionalismo, precisamente porque no es posible definir operacionalmente importantes conceptos científicos. Y aquí surgen entonces las posiciones tercera y cuarta, el instrumentalismo y el realismo, que admitirán, sin ninguna cortapisa, la legitimidad del uso de términos teóricos.

Instrumentalismo y realismo

Tanto el instrumentalista como el realista, a la pregunta "¿Cuándo es legítimo usar términos teóricos?" darán la siguiente respuesta: "Cuando se nos dé la gana". Lo único que harán notar, en consonancia con las ideas popperianas, es que no vale la pe-

na introducir términos teóricos si ello no aumenta la predictibilidad de las teorías. Pero fuera de esta razonable restricción, la liberalidad, ahora, es completa. ¿Y en qué radica la diferencia entre el instrumentalista y el realista? La divergencia tiene carácter semántico y es abismal. El instrumentalista afirma: "Los términos teóricos son meros *instrumentos verbales* sin referencia y sin significación, que sólo se emplean porque permiten diseñar un discurso complementario al empírico mediante el cual se logra, a su vez, construir deducciones lógicas que, de otra manera, no se podrían establecer". Estas deducciones emplean las hipótesis o principios de la teoría que contienen términos teóricos. Si se contemplan las cosas desde este punto de vista instrumentalista, los enunciados que contienen términos teóricos no serían genuinamente hipótesis, porque no se los podría suponer verdaderos. Serían pseudohipótesis o, en todo caso, lisa y llanamente, principios similares a los axiomas de un sistema axiomático de la matemática. El significado de una teoría sería parcial y estaría restringido a los enunciados de primer y segundo nivel, en los que no figuran términos teóricos. Pero, en cuanto llegamos al tercer nivel, ya se trate de enunciados puros o de reglas de correspondencia, los términos teóricos serían simples *rótulos* sin significado y desempeñarían la misma función que los comodines en juegos tales como el *rummy* o la canasta uruguaya, es decir, cartas que no tienen en sí mismas un significado pero que permiten realizar operaciones en combinación con las cartas restantes. En este caso, el juego es de carácter deductivo. ¿Para qué sirven entonces los términos teóricos? Si en la teoría se dispone de datos y además de esta suerte de pseudohipótesis, es posible realizar deducciones que conduzcan a consecuencias observacionales. De acuerdo con este punto de vista, los términos teóricos son instrumentos mediatizadores, algo así como las enzimas y catalizadores de la química, que permiten construir una suerte de "reacción deductiva". Ésta nos permite obtener observaciones previstas a partir de observaciones ya obtenidas, lo cual acrecienta nuestro conocimiento de la base empírica. Resulta claro entonces por qué se denomina "instrumentalismo" a esta posición.

En la vereda opuesta, el realista admite que en algunos casos los términos teóricos puedan tener un sentido puramente instrumental, pero afirma que hay casos en que no es así. Los términos teóricos designarían, o sea, pretenderían aludir a una determinada entidad no observable. Este punto de vista se denomina "realismo" porque considera *real* al referente del término teórico. Podemos aquí recurrir a un ejemplo histórico para exponer la diferencia. El gran físico y filósofo Ernst Mach afirmaba, a fines del siglo XIX, que la palabra "átomo" no pasaría de ser, desde el punto de vista de su uso en física y química, un mero rótulo; la física o la química atómicas serían entonces discursos entendidos en forma instrumental en los cuales hablar de átomos ayuda a explicar y prever, por ejemplo, reacciones químicas. En cambio, para un realista como su colega y contemporáneo Ludwig Boltzmann, "átomo" tiene un referente en la realidad: un objeto no observable desde el punto de vista epistemológico, una pequeña partícula que *realmente* está presente en la materia. En tal sentido, como se afirma habitualmente sin mucho rigor, el instrumentalista Mach no creía en la realidad de los átomos mientras que el realista Boltzmann sí creía en ella.

El realismo es muy atractivo para muchos epistemólogos porque responde a nuestras pretensiones de obtener un conocimiento que trasciende el de la base em-

pírica. De hecho, la ambición del realista es conocer cómo es el mundo en sus fundamentos ontológicos o, al menos, lo que existe más allá de lo acesible a nuestros sentidos e instrumentos. Éste es, quizás, uno de los aspectos más atractivos de la ciencia, pues la convierte en un instrumento de gran alcance y potencia, reveladora de la estructura del cosmos y de la materia, viva o inanimada. El problema radica en determinar de dónde proviene el sentido de estos términos teóricos de los que se habla en las teorías científicas. Para un realista, el significado de los términos teóricos depende de la teoría que los emplea, y si consideramos "masa" y "fuerza" como entidades de categoría no observable, a la pregunta por el significado de "fuerza" y "masa" se responderá así: "Son aquellas entidades existentes en la naturaleza que cumplen las condiciones establecidas por la teoría newtoniana en sus principios, las leyes de inercia, de masa y de interacción".

En este punto será interesante retomar ciertas tesis del lingüista Charles Morris, ya mencionadas en el Capítulo 3. Morris supone que el significado referencial de los nombres propios y de los términos que aluden a una entidad está dado por lo que podríamos llamar "reglas de designación", es decir, las condiciones que tiene que cumplir dicha entidad para que se le pueda aplicar una palabra. En este sentido, como afirmábamos en aquel capítulo, la palabra "Pegaso" tiene designación, que está dada por una regla según la cual entendemos por Pegaso a un gran caballo alado. Al ofrecer una tal definición de Pegaso, no afirmamos nada acerca de si ese caballo existe o existió, no obstante lo cual queda claro cómo debería ser la entidad para que se le pueda aplicar el término, pues conocemos la referencia o designación de éste. En una palabra, la designación de una palabra o un término sería aquella posible entidad que, de existir, tendría las características que establece su definición. Pero, ¿qué puede ocurrir con la designación? Que no haya en la realidad entidad alguna que se corresponda con ella, o bien, por el contrario, que la haya. En este segundo caso diríamos, en la terminología de Morris, que dicha entidad es el "denotado" por el término, o su denotación. Siendo así, frente a una teoría que emplea términos teóricos y que, en realidad, implícitamente, define de qué estamos hablando con esos términos teóricos por las condiciones que tienen que cumplir las entidades aludidas por ellos, lo que hace una teoría desde el punto de vista semiótico es dar la designación de esos términos. La existencia de denotación depende de que la teoría sea acertada o no lo sea, de modo que una teoría hipotético deductiva que emplee términos teóricos debe ser contemplada desde dos puntos de vista: a) semántico; y b) informativo. En la manera semántica, los términos teóricos adquieren significación porque se sabe cuál es su designado, es decir, cuáles son aquellas posibles entidades que, de existir, cumplirían las condiciones que establecen las hipótesis. El aspecto informativo de una teoría, vinculado al carácter hipotético de ésta, es la suposición de que esas entidades existen, o sea, que el designado tiene denotado o denotación.

Ahora bien, que se comprenda cuál es el designado de un término no depende de que tenga o no denotado. Entender cuáles serían las entidades que cumplen las condiciones que establecen los principios de una teoría nada tiene que ver con la cuestión de si existen o no tales entidades; de hecho, si se nos preguntase "¿Se entienden las palabras 'masa' y 'fuerza' en el marco de la teoría de Newton?" la respuesta ha de ser que sí. ¿Por qué? Porque serían aquellas entidades que, en caso de exis-

tir, cumplirían las características que exige dicha teoría. Una cuestión de otro carácter se plantearía al preguntar: "¿Hay denotado, además de designado? ¿Existen esas entidades?" Sin duda, Newton creía que sí. Pero si es verdad que la teoría de la relatividad emplea esas palabras para referirse a otras entidades, la respuesta ha de ser que Newton hablaba de entidades inexistentes.

La circunstancia de que una teoría tenga esta doble función, semántica e informativa, obliga a hacer una distinción que no es habitual cuando se analiza el tema. De hecho, no toda hipótesis de una teoría puede tener función definitoria, o sea, constituyente de la significación. Entre ellas puede haber ***hipótesis definitorias***, aquellas que tienen la misión de definir, mientras que las restantes serían meras hipótesis. Es interesante notar que, frente a una teoría, podemos preguntarnos cuáles de sus hipótesis son definitorias y cuáles son meramente hipótesis, lo cual daría lugar a toda una serie de variantes de una misma teoría que, indudablemente, desde el punto de vista epistemológico, no son la misma teoría. Aquí puede verse claramente por qué estas cuestiones están ligadas, realmente, a la interpretación de lo que entendemos por método hipotético deductivo. Por todo ello, cuando se formula una teoría, hay que indicar el vocabulario, decir cuáles son los términos teóricos, dar las hipótesis y clasificar a éstas entre hipótesis definitorias y meras hipótesis, si es que las hay. Podría haber teorías, aun con términos teóricos, que no tuviesen hipótesis definitorias, lo cual sucedería si todos sus términos teóricos admitiesen una definición operacional, externa a la teoría, y en la que se mencionasen sólo elementos de la base empírica. Esto es algo que, para un operacionalista, sería perfectamente posible. Por otra parte, es posible, también, encontrarse con teorías en las que, completamente, sin la menor excepción, todas las hipótesis que se proponen contribuyen a la definición de términos teóricos. Nuestra sospecha es que, por ejemplo, la teoría del aparato psíquico que Freud describe en el capítulo VII de *La interpretación de los sueños* se halla exactamente en esa condición.

A propósito del realismo podemos aquí emplear una analogía. Los términos teóricos son, en las hipótesis, algo así como las incógnitas de una ecuación matemática. En una ecuación como $3 + x = 5$, los números 3 y 5 pueden, metafóricamente, pensarse como observables, mientras que x es la cantidad desconocida no observable de la cual, sin embargo, hemos formulado la hipótesis de que si se la suma a 3 el resultado será 5. Lo curioso de la ecuación es que la condición que ella establece para 3 y 5, los observables, y para x, inobservable, permite saber de qué número hablamos; sabemos que x tiene que referirse a 2, única entidad existente que, sumada a 3, da como resultado 5 y es, por tanto, la "solución" de la ecuación. Puede no tratarse de una única ecuación sino de un sistema de ecuaciones, por ejemplo $x + y = 10$, $x - y = 2$, y aquí tendríamos dos entidades desconocidas, x e y. Lo conocido es ahora 10 y 2, mientras que las condiciones las establecen la suma, la diferencia y la igualdad. Las cosas están dadas de tal manera que las condiciones, mediante un sencillo cálculo que puede realizar un estudiante de matemática elemental, permiten averiguar que los únicos ejemplos de x e y que las cumplen, las soluciones de la ecuación son, respectivamente, 6 y 4, cuya suma es 10 y cuya diferencia es 2.

Una teoría, en el marco de esta metáfora, podría ser imaginada como un sistema de ecuaciones en que los análogos del 3 y el 5, o del 10 y el 2, son los términos empíricos u observables, aquéllos cuya denotación es conocida. Los términos teóricos, a su vez, serían los desconocidos x e y, de los cuales sólo sabemos que tienen que satisfacer ciertas condiciones. ¿Cuáles? En el caso de una teoría, lo que enuncian sus hipótesis fundamentales. Pero a veces sucede con las ecuaciones que no se dispone de información suficiente para averiguar sus soluciones y decidir el valor de x y el de y, y algo similar puede ocurrir con las teorías a propósito de las entidades teóricas. De todas maneras, serán aquellas entidades de naturaleza desconocida que, al menos eso sí lo sabemos, satisfacen las condiciones que la teoría estatuye. En algunos casos, la teoría puede ser tan clara que los metafóricos x e y de los que estamos hablando queden perfectamente determinados, pero éste no es el caso más usual. Nuestra descripción del realismo, en esta metáfora, es la afirmación de que los términos x e y tienen denotación, constituida por entidades existentes que cumplen las condiciones establecidas por los principios de la teoría, condiciones que, por otra parte, son las que dan significado a esos términos.

Sin embargo, aquí hay que establecer una dificultad típica que se presenta en una serie de situaciones señaladas por muchas epistemologías diferentes, referida a que el significado de los términos teóricos queda determinado por todo el sistema de hipótesis intervinientes. Volviendo a nuestra metáfora, si en un sistema de ecuaciones se altera una sola de las ecuaciones, todo el sistema queda modificado. Si afirmáramos $x + y = 10$, como en el caso anterior, pero ahora $x - y = 4$, encontraríamos que las soluciones ya no son 6 y 4 sino 7 y 3. Aplicado al caso de las teorías, ello equivale a decir que, si modificamos una sola de las hipótesis definitorias, cambia totalmente el significado de los términos teóricos que se están empleando.

Esta circunstancia acerca la posición realista en la versión que acabamos de describir a una tesis ya mencionada, el ***holismo*** (que analizaremos más adelante), y que en este caso significa afirmar lo siguiente: el sentido de las palabras que indican cuáles son las entidades que se discuten en una teoría, queda adscripto a la teoría en su totalidad y, si cambiamos la teoría o al menos alguna de sus hipótesis definitorias, estamos lisa y llanamente cambiando de tema. Éste es en cierto modo el punto de vista de Gastón Bachelard y de muchos de sus seguidores cuando consideraban que la teoría de Newton y la teoría de Einstein son, realmente, dos teorías que hablan de diferente asunto porque sus hipótesis también son diferentes. Sin embargo, es de hacer notar que hay otras versiones del realismo en las cuales esto no se produce. En algunos casos, puede ser posible que dos teorías distintas tengan algunas hipótesis definitorias comunes, pero difieran en hipótesis no definitorias, o sea en meras hipótesis. Aquí se está hablando de un mismo tema, pero lo que cambia es la opinión que se tiene acerca de las entidades de las que se habla, por lo cual, nuevamente, es necesario destacar la importancia que tiene, en una teoría, discriminar entre hipótesis definitorias y no definitorias.

El epistemólogo Hillary Putnam ha insistido en la posibilidad de que se puedan ofrecer definiciones de términos teóricos que sean independientes de las hipótesis de una teoría o, por lo menos, que constituyan una especie de hipótesis presupuestas invariantes ante el cambio de teoría. Por ejemplo, supone que, en electrodinámica, la noción de carga eléctrica puede darse por definición, por medio de una única hipótesis definitoria que afirmara, por ejemplo: "Una carga eléctrica es aquello que

es responsable de que aparezcan repulsiones en esferas de vidrio suspendidas de un hilo y luego de que se las haya frotado con cierto material (lana, por ejemplo)". En el fondo, ésta es una teoría que afirma la existencia de un agente causal (la carga eléctrica) y cuyo sentido es adquirido mediante dicha hipótesis que, en este caso, sería definitoria. Pero una vez que se introduce esta noción, si queremos construir una teoría electrostática o electrodinámica, podríamos usar "carga eléctrica" en todas nuestras hipótesis sin darle carácter definitorio, sino de mera hipótesis. Y así podría verse que estamos discutiendo acerca de un mismo tema, pero con un distinto cuerpo de hipótesis. Si se pudiera hacer algo semejante con "masa" y "fuerza", mediante, por ejemplo, definiciones operacionales o alguna muy breve teoría definitoria como la que ofrece Mach, tal vez entonces las hipótesis de Newton y las de Einstein pasen a ser meras discrepancias de opinión acerca de fuerzas y de masas y, entonces, no sería necesario recurrir a la posición holista.

Estructuralismo

En la forma en que nosotros la hemos descrito, la posición realista tiene un carácter *contextualista* en lo que se refiere a los términos teóricos. Afirma que, en una cierta cantidad de circunstancias, el sentido de los términos teóricos queda definido por el propio contexto teórico en el que estos términos son empleados. Pero hasta ahora, en las cuatro posiciones mencionadas, parece haber algo en común y es que los términos empíricos han adquirido su significado de manera independiente a la teoría que los emplea, a través de definiciones constructivas explícitas, contextuales eliminables, o bien de manera ostensiva. Sin embargo, éste es uno de los puntos que se ponen en duda en muchas de las posiciones epistemológicas contemporáneas alternativas a las representadas por el método hipotético deductivo. Entre los estructuralistas, suele encontrarse la afirmación de que los términos empíricos que usa una teoría también adquieren su sentido gracias a ella*. Para comprender este punto de vista, recordemos que nuestro uso de "teórico" versus "empírico" se vincula con la observabilidad. Cuando se emplea este criterio, señalábamos en el Capítulo 3, deberíamos hablar de "teórico a la anglosajona", pues se ha difundido otra acepción de "teórico" que vincula su significado con la teoría que lo emplea, y en éste último sentido podríamos hablar de "teórico a la francesa". Los estructuralistas pretenden que, en muchos casos, los términos empíricos son términos teóricos a la francesa. Tratemos de aclarar este punto con un ejemplo. Supongamos que dijéramos que una persona tiene síntomas neuróticos pretendiendo con ello aludir a un dato observacional. Indudablemente, no hay nada en el lenguaje ordinario que haya sido, como dato em-

* Debemos insistir en que el término "estructuralismo" es polisémico y designa una cantidad de tesis lingüísticas, científicas y epistemológicas muy diferentes. Así, por ejemplo, reciben este nombre las concepciones conjuntístico-epistemológicas de autores anglosajones como los ya mencionados Sneed y Stegmüller. Pero aquí empleamos la palabra "estructuralismo" en su acepción más generalizada, vinculada con la tradición de de Saussure y que se encuentra ejemplificada también en la antropología de Lévi-Strauss.

pírico, bautizado ostensiblemente como "síntoma neurótico". De hecho, hay que disponer de una teoría acerca de la existencia de una enfermedad llamada "neurosis" y de la manera en que ésta se desarrolla y presenta síntomas como para que podamos entender que, al adscribirle a cierta manifestación de la conducta la calidad de "síntoma neurótico", se entienda que estamos en presencia de un determinado estado patológico. En una palabra, no se entendería qué es lo que estamos observando si no tenemos una teoría que dé significado a las palabras "síntoma neurótico".

En esta discusión hay una cuestión peculiar: hemos dicho que un objeto es empírico si no requiere de instrumentos o teorías presupuestas para poder ser observado. Si ellos son necesarios, podemos hablar de "observación en sentido amplio" y de observación desde el punto de vista metodológico, aunque no epistemológico. La idea de que en una teoría pudiera haber términos que se refieren a observables pero con la mediatización de la propia teoría que los emplea, es similar a la que nos llevó a concebir la base empírica metodológica, o sea, un conjunto de entidades que se pueden observar únicamente sobre la base del empleo de una teoría auxiliar o presupuesta. Por consiguiente, el planteo que hemos llamado estructuralista, desde el punto de vista de nuestra nomenclatura, parece ser un malentendido, pues está señalando de una manera peculiar que hay entidades que no son observables en sentido epistemológico, pero que sí lo son en sentido metodológico, es decir, con el auxilio de una teoría. ¿Cuál teoría? Aquella que introdujo el término que permite clasificar los objetos que se observan. Por consiguiente, si nos atenemos al uso de los términos en la forma en que hasta ahora lo hemos venido haciendo, el estructuralismo resulta ser un tanto equívoco como posición metodológica.

Controversias: la distinción teórico-observacional

A partir de este momento, nos referiremos a ciertos problemas que, si bien se vinculan con los que ya discutimos, no se relacionan ya tanto con aspectos lógicos y clasificativos de las teorías científicas. Tenemos que hacer referencia, en primer lugar, a la provocativa tesis que se añadiría a las cinco posiciones presentadas, según la cual *la distinción entre términos teóricos y términos empíricos es ilegítima*, y, en general, lo es la distinción entre entidades teóricas y empíricas. No es fácil caracterizar exactamente las razones que llevan a esta creencia, pero trataremos de atenernos a ciertas afirmaciones que podemos encontrar en autores contemporáneos como Kuhn o Feyerabend. Hemos dicho que hay términos cuyo sentido se adquiere mediante una definición contextual eliminable, y que, por medio de ella, aprendemos a usar el término en determinadas proposiciones que son traducibles a una combinación de proposiciones en las que no se emplean términos teóricos. Pero podría acontecer una situación, y ello de hecho ocurre, en que aprendemos a usar un término teórico de una manera ostensiva. Se lo emplea en un enunciado y éste, por entero, se asocia a un determinado estado de cosas. Supongamos que observamos una brújula y advertimos que, en determinado momento, la aguja comienza a agitarse sin permanecer en una dirección fija, a propósito de lo cual un físico nos informa que estamos en

presencia de una tormenta magnética. A partir de allí habríamos aprendido a usar el término teórico "tormenta magnética" en un determinado contexto. Cuando decimos: "Hay una tormenta magnética", lo que describimos es una situación en que una brújula se comporta de tal o cual manera. Con este ejemplo se quiere hacer notar la posibilidad de emplear un término teórico cuyo significado ha sido aprendido en una situación contextual totalmente empírica. ¿En qué sentido podemos aquí, realmente, hablar de la distinción entre términos teóricos y términos observacionales? Parece tratarse de una cuestión de grado: en algunos casos se puede haber aprendido el significado del término teórico contextualmente, y en otros, quizás, en una forma totalmente designativa. Ésta parece ser una de las razones que hace creer a muchos autores, entre ellos Stegmüller, que, realmente, la distinción es artificial e imposible.

Otra objeción se vincula a la llamada "carga teórica de los términos empíricos". Como se suele decir, no hay término empírico cuyo uso no sobreentienda, de alguna manera más o menos disimulada, una teoría presupuesta, por lo que en el fondo los términos empíricos serían en realidad teóricos. Ya hemos mencionado someramente, al final del Capítulo 2, la naturaleza de tal "carga teórica", distinguiendo el caso en que la teoría presupuesta sea una teoría científica de aquel en que el presupuesto proviene del lenguaje ordinario o de teorías no científicas implícitamente admitidas en la constitución o el uso del lenguaje. Pero ahora queremos añadir a aquellas consideraciones ciertos tópicos de otra naturaleza, concernientes a una posible relación más íntima entre teoría y experiencia. Comencemos entonces por señalar algunos posibles malentendidos. En algunos casos, la carga teórica de un término utilizado en una teoría proviene, simplemente, del hecho de que ese término ha sido extraído de una teoría presupuesta. Pero ya indicamos que los términos teóricos que provienen de una teoría presupuesta se transforman en términos de una base empírica metodológica y que los genuinos términos teóricos son los introducidos por la nueva teoría. Así, en química, donde se da por supuesta ya una gran parte de la física, términos tales como "masa", "fuerza", "volumen", "presión", "carga eléctrica", etcétera, pueden entenderse como términos empíricos desde un punto de vista metodológico, porque provienen de teorías presupuestas (en las cuales dichos términos habrán sido teóricos). Pero cuando el químico, además, habla de "núcleo atómico", introduce un término teórico propio que corresponde a la teoría atómica que está desarrollando. De modo que, así entendida, la "carga teórica de los términos empíricos" no presenta ninguna dificultad, pues tal carga sería *externa* a la teoría en estudio.

Distinto sería el caso si se afirmara, como de hecho sostienen algunos epistemólogos, que la carga teórica de los términos empíricos depende de la propia teoría que los emplea. Tal carga teórica sería entonces *interna* a dicha teoría. Éste es el planteo al cual nos referimos anteriormente con el nombre de posición estructuralista. Ya hemos señalado que, de acuerdo con nuestra nomenclatura, los "términos empíricos" a los que aquí se hace referencia no serían auténticamente empíricos, sino teóricos, introducidos por la propia teoría que se halla en discusión. De ser así, sería necesario discriminar entre la base empírica epistemológica, la base empírica metodológica y lo que podríamos llamar "base empírica teórica". El reconocimiento de esta última señalaría que a veces los términos teóricos de una teoría están particularmente entrelazados con la observación, y entonces la propia teoría nos obligaría a dividir el

continuo de lo observable en sectores que corresponderían a distintos empleos de estos peculiares "términos empíricos teóricos".

El autor de este libro admite que no está muy convencido de la ocurrencia de este tipo de situaciones y de la legitimidad de emplear tal base empírica teórica. Aun cuando todo ello fuese admitido, el lector no tiene que perder de vista que cualquiera sea el uso práctico que se haga de estos términos, se trata de términos teóricos y que las cuestiones de contrastabilidad siguen presentes. La tesis de la carga teórica (interna) de los términos empíricos ha sido esgrimida en contra del método hipotético deductivo, al menos como lo hemos entendido hasta el momento, porque la operación de contrastación parece depender de observaciones pertinentes no "contaminadas" por la teoría en estudio. Si los términos empíricos tienen carga teórica interna, o sea, definida por la propia teoría, resultaría que la contrastación sería una suerte de comparación entre una parte de la teoría y otra parte de la misma, la que concierne a las entidades empíricas con carga teórica. El método hipotético deductivo, considerado de este modo, parecería convertirse en algo así como la ponderación de los méritos y alcances de una teoría comparada consigo misma, por lo cual se manifestaría la afinidad del método con algunas teorías filosóficas según las cuales la verdad es simplemente *coherencia*. La corroboración de una teoría sería equivalente a probar su consistencia interna; la refutación, el hallazgo de una contradicción interna entre la parte de la teoría que emplea términos puramente teóricos y la que contiene términos empíricos con carga teórica.

Pero tal vez la situación sea todavía más complicada, a la luz de lo que Althusser y otros epistemólogos han concebido como el aspecto "práctico" o "pragmático" de una teoría. Después de todo, se ha aprendido a aplicar a "algo" los términos empíricos que tienen carga teórica interna, pues de no ser así ellos no tendrían utilidad alguna. Dichos términos cumplirían entonces dos funciones simultáneas superpuestas, una empírica ostensiva y otra que semánticamente proviene de la propia teoría. Cuando esto ocurre, se produce un fenómeno muy complicado que aquí sólo podemos describir sin entrar en mayores detalles. El término empírico parece manifestar una especie de dualidad: cuando se lo aplica a una entidad observable, se lo está usando a la manera epistemológica usual, ligada a la palabra empírica; pero cuando se considera su sentido y no su referencia directa, se lo emplea teóricamente, y entonces su aplicabilidad a la experiencia esconde una regla de correspondencia implícita que no está formulada tajantemente en la formulación de la teoría. Lo que está dado empíricamente y a lo cual se aplica la palabra, se corresponde con la presencia de aquello que, teóricamente, proviene de la carga teórica del término en el contexto de la teoría. Si esto es así, la pretensión de que el método hipotético es simplemente un método de coherencia interna pierde validez. Hay un aspecto empírico, nuestra decisión de aplicar las palabras con su carga teórica a algo que es observable, pero además la correspondencia que resulta de adscribir a lo que observamos el sentido teórico que era propiedad de la teoría. De allí que el autor de este libro no concuerde con quienes afirman que el problema de la carga teórica modifica la naturaleza del método hipotético deductivo; cree que, simplemente, la oculta más de lo que en principio podría suponerse.

Sobre el holismo

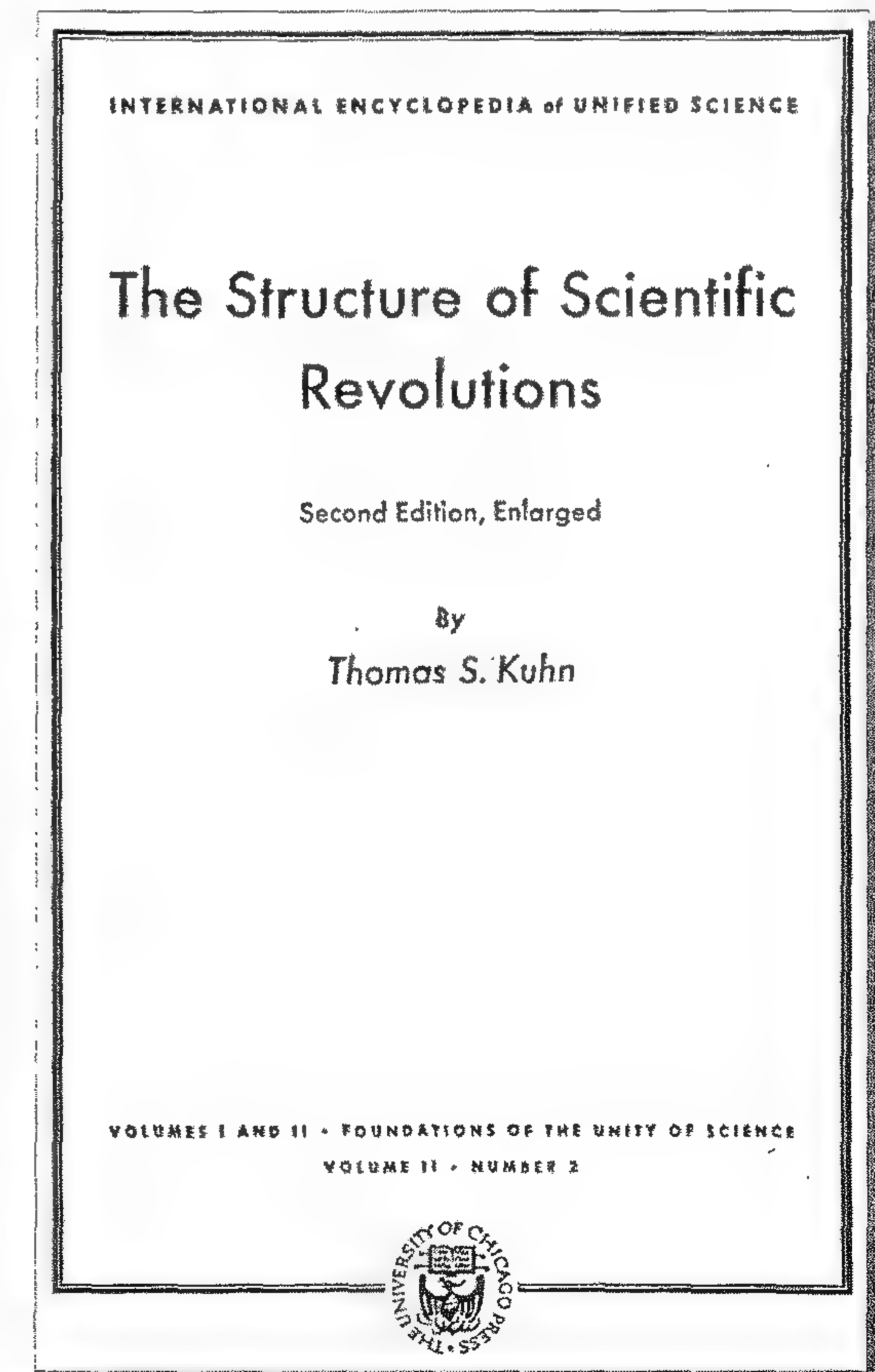
Hemos empleado anteriormente la palabra "holismo" sin mayores precisiones, pero ahora es necesario aclarar que se la puede entender en dos acepciones distintas. En el marco de las discusiones que hemos presentado en este capítulo, indicaría una posición semántico-epistemológica, con muchas variantes, según la cual el significado de las palabras en un vocabulario está dado por la totalidad del cuerpo discursivo con el que estamos tratando. El holista diría que, aun la más empírica de nuestras palabras del lenguaje cotidiano, está, en realidad, definida y caracterizada por sus relaciones con las demás palabras y locuciones del sistema lingüístico, posición insinuada en la tradición de de Saussure. Pero en otros autores como Quine, la tesis holista consiste en sostener que cuando formulamos una afirmación científica estamos en realidad haciendo lo propio, simultáneamente, con muchas otras: las leyes lógicas, los enunciados empíricos singulares y las hipótesis teóricas que en ese momento estamos empleando. No habría por tanto algo semejante a formular la teoría de Newton o la de Darwin aisladamente. El lector recordará las resonancias de esta posición a propósito de nuestra discusión sobre el método hipotético deductivo en versión compleja. Cuando se produce una refutación en una teoría, ¿cuál es la hipótesis "culpable"? La lista de "sospechosos" era muy extensa. La situación ahora es análoga a aquélla, pero más amplia y general, pues los presuntos "culpables" tienen que ser buscados entre todas nuestras observaciones, todos nuestros presupuestos lógicos y :odos nuestros presupuestos teóricos. Bertrand Russell, en referencia a muchas teo-ías totalizadoras, tales como la de Hegel (para la cual habría en realidad un solo objeto, el "absoluto"), señala que estaríamos en presencia de "universos en flan", ya se rate de un universo lingüístico, teórico u ontológico. El discurso, la teoría, la realidad, tendrían tal estructura que, cuando se los "toca" en algún aspecto, tiembla todo .l conjunto. Cuando se cambia una hipótesis observacional, una hipótesis teórica, una ipótesis acerca de las leyes lógicas, el resto también se modifica porque el contexto general ya no es el mismo que antes.

Si bien se puede aceptar esa forma reducida de holismo que proviene de nuestra xposición del realismo filosófico, la de que el sentido de los términos teóricos de-ende de toda la teoría, hay una acertada observación de Carnap acerca de la posi-ilidad de que haya términos que no dependan internamente de la teoría, sino exter-amente y, por consiguiente, que no haya cambios por el hecho de que se cambie e hipótesis. Para Newton-Smith, parece inadmisible que si se cambia de opinión cerca del comportamiento de una brújula y en lugar de afirmar "Esta aguja se mueve" e afirme "Esta aguja no se mueve", cambie todo el universo de conocimiento, el que n contexto y totalidad ofrecen los principios lógicos y las teorías, y también el sig-ificado de los términos. Parece haber algo absoluto e independiente en nuestra des-ipción de lo observable cuando modificamos simplemente nuestra opinión acerca el estado de la aguja de una brújula, a diferencia de lo que ocurre cuando se cam-a de opinión sobre la invariancia de la velocidad de la luz.

La posición holista es, en este sentido, una tesis metafísica cuyas consecuencias recen en realidad harto exageradas. Reconocemos, sin embargo, que la naturaleza el lenguaje ordinario no ha sido todavía totalmente esclarecida a través de teorías y modelos, y no resulta claro, tampoco, que sea falso que un cambio en el uso de las palabras no esté, de alguna manera, modificando la estructura y el uso del lenguaje. Ni siquiera se ha podido dilucidar qué clase de experiencia podría dirimir entre la tesis holista y las posiciones tradicionales. De cualquier modo, el lector puede comprender en este punto por qué los enfoques llamados en el horizonte filosófico "estructuralistas" suelen oponerse a los denominados "empiristas". El empirista admite, en cuanto al significado de su discurso y de sus hipótesis, la existencia de invariantes ante el cambio de teorías o creencias; el estructuralista y el holista lo niegan. En opinión de quien esto escribe, un examen de la historia de la ciencia y de la práctica científica daría razón al empirista, al menos parcialmente, y mostraría que la posición holista, si es tomada en toda su extensión, es realmente exagerada. Si en cambio se la admite parcialmente, tal como la hemos presentado en nuestra discusión acerca del realismo, parece admisible y es aquí donde el lector tendrá que seguir reflexionando para optar por una u otra alternativa.

2

Epistemologías alternativas.
Primera parte: la epistemología de Kuhn



INTERNATIONAL ENCYCLOPEDIA of UNIFIED SCIENCE

The Structure of Scientific Revolutions

Second Edition, Enlarged

By

Thomas S. Kuhn

VOLUMES I AND II · FOUNDATIONS OF THE UNITY OF SCIENCE

VOLUME II · NUMBER 2

Portada de la 2ª edición inglesa de La estructura de las revoluciones científicas, *libro en el cual el epistemólogo e historiador de la ciencia estadounidense Thomas S. Kuhn (1922) propone una provocativa visión alternativa de la epistemología. Amén de una gran difusión, las concepciones kuhnianas han cosechado, a la vez, grandes adhesiones y enérgicos rechazos.*

Kuhn y los nuevos epistemólogos

Hasta el momento hemos discutido la naturaleza del método científico, si es que tal cosa existe como para que sea posible hablar de él así, en singular, dando especial preferencia a aspectos vinculados con lo que se denomina la "lógica" del método y, en especial, con la estructura de las teorías científicas. Esta última analiza el modo en que se jerarquizan las proposiciones científicas según un orden deductivo (y a veces también gnoseológico), lo cual ofrece una visión de la ciencia que, desde el punto de vista metodológico, ha sido denominada por muchos autores la concepción *standard*. A nuestro juicio, refleja con bastante exactitud la forma de proceder de los científicos, especialmente en campos como el de las ciencias naturales y, en especial, de la biología, aunque creemos que lo mismo puede afirmarse para parte de la física, de la psicología y de las ciencias sociales.

Sin embargo, la concepción que hemos analizado en detalle ha sido sometida a críticas parciales y, a veces, drásticas y totales por parte de ciertos epistemólogos actuales. Éstos dudan de que la descripción fáctica de lo que realmente hacen los científicos, en el seno de una comunidad social, se corresponda con la práctica del método hipotético deductivo; creen, más bien, que es necesario poner el centro de gravedad del análisis en cuestiones sociológicas, en especial las atinentes al comportamiento de la comunidad científica frente a los problemas que la sociedad le demanda o a las propias opiniones, divergencias y creencias que adoptan.

A mediados de nuestro siglo y especialmente en la década de los años 60, se publicaron libros y artículos que pasaron a formar parte de lo que, en su momento, se denominó la "nueva epistemología". Todos estos aportes, vinculados a nombres tales como los de Kuhn y Feyerabend, no llegaron a constituir una posición unificada que pudiera oponerse de manera frontal a la sustentada por los hipotético deductivistas. De hecho, hay notables discrepancias entre los partidarios de la "nueva epistemología" y, para mayor complicación, existen, además, posiciones intermedias y más cautelosas como la de Lakatos, que, si bien aceptan parte de las críticas que provienen de la "nueva epistemología", defienden una posición más clásica, argumentando incluso que ciertas propuestas en boga resultarían peligrosas desde un punto de vista cultural, pues allanarían el camino para un ataque devastador contra la racionalidad.

El más popular de los "nuevos epistemólogos", aunque quizá no el más ingenioso, es Thomas S. Kuhn. Su libro de 1962, *La estructura de las revoluciones científicas*, imprimió un giro copernicano a la epistemología contemporánea y la desplazó de su posición logicista tradicional a otra de carácter más sociologista y vinculada con la historia de la ciencia. Como el propio Kuhn lo relata en la introducción a su libro, él comenzó su carrera como físico, pero luego, por razones circunstanciales, se interesó por la historia de la ciencia, momento en el que advirtió que lo que había sucedido en los períodos más característicos del desarrollo de la ciencia no parecía corresponder exactamente a lo que los epistemólogos tradicionales le habían enseñado. Muchas ideas acerca de tácticas científicas y de la conducta de los investigadores, tal como la historia de la ciencia lo señala, no parecían adecuarse a la concepción de epistemólogos como Popper, Hempel, Nagel y muchos otros que provenían de la corriente positivista lógica o de algunas similares del ámbito anglosajón.

En su libro, Kuhn desarrolla su propuesta especialmente en relación con las ciencias físicas y químicas, y muy poco en relación con la biología o las ciencias sociales. Consideraremos entonces una disciplina *C* del ámbito de las ciencias físicas y analizaremos su desarrollo histórico, en los términos que emplea Kuhn, desde sus orígenes hasta su estado actual. Según Kuhn, hay que distinguir en el desarrollo de *C* etapas que luego se repiten cíclicamente y a las cuales, aun a riesgo de esquematizar en exceso su pensamiento, numeraremos correlativamente.

Preciencia

En la etapa número 1, que pudiéramos llamar ***precientífica***, por razones que se comprenderán a continuación, no puede decirse que la ciencia *C* se haya constituido de una manera ***normal***, tomando esta palabra con un significado técnico que introduciremos más adelante. Hay que admitir que en esta etapa existen investigadores, estudiosos y, si se los quiere llamar así, hombres de ciencia, que toman en consideración ciertos problemas y tratan de resolverlos. Habrá distintos enfoques y escuelas para el abordaje de tales problemas, pero lo que ocurre, y éste es el rasgo distintivo y característico de este momento del desarrollo de la ciencia *C*, es que no existe consenso ni unanimidad en la comunidad constituida por las personas dedicadas a tales menesteres. De hecho, se trata de individuos aislados o de capillas que tienen poca comunicación entre sí y todo ello plantea inconvenientes en cuanto a la posibilidad de aunar esfuerzos. Los individuos aislados tienen, cada uno de ellos, su propio equipo de conceptos para elaborar sus hipótesis, su particular lenguaje y su peculiar valoración en cuanto a la importancia o trivialidad de los problemas que analizan. Se comprende que este estado de cosas provoca avances de la investigación científica en direcciones muy diferentes Por otra parte, la utilización de conceptos distintos tiene como efecto que la experiencia y los hechos, al ser conceptuados de modo no coincidente, recortan el universo en unidades, objetos, propiedades y relaciones de naturaleza muy diversa. Como Kuhn lo afirma, resulta que cada descripción de la realidad y de los hechos alude a lo que realmente podría denominarse un "mundo distinto", porque está dividido, construido y clasificado según concepciones muy diferentes. A esto se agrega que tampoco son comunes los instrumentos de los que dispone cada científico para sus investigaciones. En una palabra, la actividad científica es como un archipiélago de islas muy distantes las unas de las otras, donde cada científico, de modo aislado, realiza su investigación en un universo de nociones muy peculiares y distintivas, de lo que resulta, y esto es muy grave para la eficacia de la investigación científica, poca y difícil comunicación entre tales individuos. No es que ésta sea enteramente imposible, pero hay que hacer notar aquí un rasgo distintivo de la misma que, en cierto sentido, es un tanto agresivo para quienes nos dedicamos a la epistemología: gran parte del esfuerzo que los científicos destinan a argumentar y discutir con otros consiste en tratar de persuadir al contendor de que los fundamentos en los que se apoyan para su actividad son los únicos válidos. En cierto sentido, gran parte de la discusión es una disputa epistemológica acerca de lo apropiado de los conceptos, de lo útil y justo que es adoptar tal o cual conjunto de princi-

pios y de la importancia o no de cierta problemática. En síntesis, la discusión científica es fundamentalmente de naturaleza filosófica o, al menos, metateórica, y es poco lo que se hace que pueda ser considerado, con eficacia, investigación científica. Metafóricamente hablando, el conjunto de los científicos se comporta como una especie de caótico ejército en el que todos los soldados tienen uniformes distintos, armas distintas, estrategias distintas y aun concepciones distintas acerca de quién es el enemigo. Avanzan, por tanto, en direcciones diferentes.

Aunque semejante anarquía puede resultar grata para ciertos posmodernistas actuales, partidarios de una libertad total que garantizaría la riqueza del pensamiento humano, no parece aconsejable para la marcha de la ciencia, que es esencialmente una empresa colectiva. Precisamente, Kuhn defiende la tesis de que la eficacia de la empresa científica, comparada con otras empresas humanas, radica justamente en que, en determinado momento, tal anarquía y dispersión del ejército científico es reemplazada por una forma más coordinada y consensual de actuar, con lo cual *C* deja de ser una "preciencia". A propósito de esta característica, Kuhn reconoce que el origen de su pensamiento y su epistemología radica en un detalle de carácter biográfico: en determinado momento de su carrera, debió convivir durante dos años con los investigadores de un departamento de ciencias sociales y ahí pudo llegar a la conclusión de que la calidad científica, la capacidad y la inteligencia de los hombres que integraban ese departamento, en comparación con los de un departamento de física o de química, no presentaba ninguna diferencia. ¿Cuál es, entonces, la razón por la cual las ciencias sociales y humanas no han tenido una eficacia y un éxito comparables a los que pueden exhibir las "ciencias duras" como la física, la química o la biología?

En opinión de nuestro epistemólogo, la razón es que las ciencias sociales y aun, en cierto sentido, la filosofía, no han llegado a una posición de consenso y de articulación en la tarea científica que les permita superar la etapa 1. Ésta sería la explicación de por qué en esos ámbitos no ha aparecido todavía su Newton o su Darwin, alguien que pudiese diseñar un método unificador capaz de volver más unidireccional la actividad científica. Verdad es que muchos científicos sociales podrían discutir fuertemente esta tesis. Los materialistas dialécticos aducirían que el Newton de estas disciplinas ha sido Karl Marx, pero en la práctica no todos los científicos sociales adoptan sus teorías. En economía, la escuela de Keynes pareció, en su momento, desempeñar un papel unificador que finalmente se comprobó que no poseía, pues las ciencias económicas todavía se hallan divididas en una serie de modelos científicos inconciliables entre sí. (De hecho, con el auge actual del neoliberalismo, la comparación entre neoliberales, marxistas y keynesianos se hace una tarea realmente muy difícil.)

La visión kuhniana de una primera etapa de preciencia caracterizada por una anarquía de individuos o escuelas irreconciliables que no se reconocen entre sí no parece pintar con toda exactitud lo que realmente ocurre. Veremos, más adelante, que con el tiempo Kuhn modificó un tanto sus opiniones de 1962, y que sus modelos epistemológicos actuales permitirían contemplar más apropiadamente la situación en este sentido. Pero hay un aspecto en el que, sin embargo, continúa teniendo razón, y es su idea de que la discusión epistemológica es síntoma de que se está, to-

davía, en la primera etapa. Las dificultades en combatir el anarquismo correspondiente a esta etapa se advierten con claridad en el campo de las ciencias sociales, en el que comprobamos la existencia de una enorme cantidad de discusiones sobre fundamentos, principios y orientaciones generales entre las distintas escuelas e investigadores.

Ciencia normal y paradigmas

A través de su experiencia con los científicos sociales, Kuhn creyó encontrar los conceptos claves que podían revelar cuál es el motor histórico que permite a la ciencia atravesar distintas etapas. Luego de aquella etapa 1 de preciencia se accedería a la etapa 2, que denominaremos la "etapa del logro". De pronto, un científico, debido a circunstancias que pueden variar según el contexto histórico, realiza un descubrimiento, escribe un tratado, diseña un instrumento o artefacto, acuña un nuevo concepto o formula una teoría que tiene un peculiar éxito para resolver problemas no resueltos por los individuos o las escuelas aisladas de la etapa precientífica. Este éxito desencadena, casi inmediatamente, la etapa 3, la "etapa de conversión", en la que, paulatinamente, la comunidad científica que corresponde a la disciplina *C* se convence o persuade de lo adecuado del logro obtenido en la segunda etapa. Aquí el empleo de la palabra "conversión" es esencial porque, por razones que discutiremos luego, Kuhn parece pensar (o lo pensaba en 1962) que la discusión lógica y la comunicación argumentativa entre individuos o representantes de distintas escuelas es una empresa poco menos que imposible. Cuando los criterios valorativos, el equipo de conceptos y la concepción general acerca del mundo son diferentes, no existe un terreno neutral en el que sustentarse para debatir. En este sentido, hay que reconocer que todos hemos experimentado, en ámbitos tales como la política, la sensación de que era totalmente imposible la comunicación con el contendor porque no había allí ni conceptos ni principios básicos a partir de los cuales entenderse o aun describir los hechos. Kuhn parece creer que el individuo que adopta el punto de vista del científico que consiguió el logro lo hace a través de una suerte de ***insight***, en la terminología psicoanalítica, más parecido a un acto de conversión religiosa que al resultado de dejarse convencer por argumentos. Los científicos abandonan la posición en la que se hallaban y adoptan el punto de vista del autor del logro simplemente porque experimentan y vivencian la conveniencia de entender el mundo y actuar bajo el nuevo marco que la novedad ofrece.

Este proceso de conversión puede continuar, dice Kuhn, hasta que desaparecen todos los científicos portadores de las posiciones anteriores, adoptándose así de manera unánime y consensual la nueva posición. Éste es el momento, como dice en algún párrafo un tanto risueño Kuhn, en que se ha muerto el último adepto de una concepción anterior y ya toda la comunidad científica utiliza la misma ideología científica para su acción. Tal estado de consenso caracteriza a la etapa 4, llamada de "ciencia normal", una de las nociones claves del pensamiento kuhniano. Es interesante advertir que la palabra "normal" presenta algunas dificultades, pues parecería tener una connotación valorativa, lo cual no parece adecuarse a las ideas de Kuhn. Significaría, simplemente, una forma estereotipada de acción o de conducta. Al parecer el concepto de "ciencia normal" tendría, entonces, un carácter puramente descriptivo. Como enseguida veremos, lo que Kuhn defiende es que la labor científica se hace mucho más potente y expeditiva en esta etapa que en las etapas anteriores.

Ahora bien, Kuhn introduce, en relación a la etapa 4, un segundo concepto central e importante para su epistemología, la noción de "paradigma". En una primera instancia y pese al uso un tanto vago que Kuhn hace de esta palabra, el paradigma parecería ser el logro que motiva la transición de la etapa 1 a la etapa 4, y que estaría caracterizado, por un lado, precisamente por el aporte científico que motivó el cambio, pero, por otro, por el "estilo de trabajo" adoptado por la comunidad científica en imitación y reflejo de aquel empleado por el científico que consiguió el logro. De acuerdo con lo que afirma Kuhn, un paradigma sería un logro científico consensualmente adoptado por una comunidad científica como guía sistemática para la realización de sus tareas, logro que posibilita la práctica normal de la ciencia. La expresión clave es aquí "logro científico", indicativa de que no cualquier aporte adoptado por unanimidad constituye un paradigma en el sentido que interesa a la epistemología y a la historia de la ciencia. En verdad, Kuhn no efectúa con claridad las distinciones que se deberían ofrecer en este punto, y parece privilegiar la mera situación de consenso frente a los aspectos lógicos, epistemológicos o prácticos de la actividad científica. En opinión del autor de este libro, "logro científico" debería entenderse como algo con características lógico-gnoseológicas, o sea, que "acerca a la verdad" o bien que tiene peculiar eficacia para resolver problemas. No es nuestro interés, por el momento, tomar posición al respecto, pero todo ello estaría indicando que la razón por la cual el acceso a la etapa 4 es aconsejable, es que la ciencia normal está ligada a algún aspecto lógico o pragmático de la actividad científica valorativamente importante, pero por consideraciones distintas e independientes de lo que puede denominarse la mera "descripción pragmática" o "sociológica" de la conducta de los científicos. En resumen, oculta detrás de la forma meramente descriptiva en que Kuhn reconoce la existencia de la etapa 4 y de la importancia del fenómeno de la constitución de paradigmas, se halla también, en nuestra opinión, una concepción valorativa: el estado de ciencia normal, realizado con la guía de un paradigma, es deseable porque garantiza una eficacia que en la etapa 1 no se había alcanzado.

Indudablemente, sea cual fuere la razón valorativa que aconseja alcanzar la etapa 4 de ciencia normal, no cabe duda, utilizando nuestra metáfora anterior, que ahora el ejército disperso y anárquico de la etapa 1, gracias a la aceptación del paradigma, ha adoptado el mismo uniforme, las mismas armas, la misma estrategia y todos los soldados avanzan en una misma dirección. Como consecuencia, los problemas que atacan los científicos se hacen cada vez más sofisticados y los resultados más potentes, a la vez que se discuten cada vez menos los fundamentos de la ciencia y los temas epistemológicos, ya que hay tácita unanimidad acerca de principios y métodos empleados para resolver problemas. En esta etapa la ciencia muestra, como empresa comunitaria, un éxito en la resolución de problemas que otras empresas no tienen, lo cual pone en evidencia lo que el paradigma implica, como motor de la investigación, para la actividad científica.

Es curioso que para Kuhn la actividad científica no es descriptible, en términos

sociológicos, como una tarea vinculada con el amor a la verdad o como una aventura espiritual o filosófica a su propio derecho. La actividad científica estaría centrada en el propósito de resolver problemas. No aclara Kuhn suficientemente si se trata de problemas prácticos, tecnológicos u otros de naturaleza abstracta o puramente lúdicra. Sea como fuere, en la descripción de Kuhn la actividad científica se asemeja mucho a una actividad deportiva, donde lo que interesa, ante todo, es quién resuelve un problema o alcanza un descubrimiento por primera vez, o quién sustenta el *record* de eficacia científica. Para utilizar otra metáfora empleada por Kuhn y que refleja el sentido de lo que estamos diciendo, los problemas son como los enigmas de la sección pasatiempos de los suplementos dominicales de los periódicos o, también, rompecabezas que hay que resolver. El desafío es evidentemente lúdicro y el científico que lo resuelve siente la satisfacción de haberlo hecho y, si es posible, de haberlo hecho antes que otros competidores.

Esta posición es muy diferente de la concepción de la ciencia como una aventura cuyo sentido filosófico es alcanzar la verdad, aunque, por el momento, no queremos plantear ninguna discusión acerca de estas concepciones de Kuhn porque no resulta claro si tal comportamiento de la comunidad científica merece, para él, algún juicio valorativo. (En principio, parecería que para Kuhn tal proceder es "correcto", pero por razones puramente instrumentales y pragmáticas: si los científicos desean "jugar" y, por añadidura y como resultado de ello, resuelven problemas prácticos, obtienen conocimientos y producen beneficios para la humanidad, bienvenido sea el juego.) Debemos reconocer que, en algunas situaciones que se han presentado en la historia de la ciencia contemporánea, el modo de proceder de las comunidades científicas se corresponde con lo que Kuhn afirma. El autor de este libro ha convivido gran parte de su vida con comunidades científicas y, especialmente, con la comunidad matemática, y debe reconocer que el impulso que lleva a muchos científicos a organizar una investigación se vincula con la posibilidad de resolver un problema no resuelto y hacerlo antes que otros. El famoso biólogo James Watson, uno de los descubridores del código genético, describe en su libro *La doble hélice* la preocupación de su equipo por resolver cuanto antes el problema de la naturaleza química y estructural de los cromosomas, pues un grupo sueco estaba a punto de hacerlo y era necesario lograr la prioridad. Todo lo cual justifica el acierto de Newton-Smith cuando, en su libro *La racionalidad de la ciencia*, se pregunta sin tapujos si lo que impulsa a los científicos es un noble propósito o la posibilidad de obtener el premio Nobel. De todos modos, la descripción de Kuhn es un tanto amplia y vaga, y no sería imposible conciliar el amor a la verdad o el interés filosófico del científico con el impulso deportivo de obtener resultados concretos a la brevedad.

Una característica del paradigma, según Kuhn, es su *invisibilidad*. Para recurrir a una metáfora: una persona que utiliza anteojos mira a través de ellos, pero no los utiliza para mirarlos. Si se está contemplando la realidad a través de un paradigma, se observan entidades y situaciones a través de él, pero, en general, no se tomará conciencia del mismo mientras se investiga. Salvo que haya una situación de crisis (en una etapa posterior del desarrollo científico que más adelante analizaremos) nadie tiene interés en discutir el paradigma porque el paradigma está fuera de cuestión. Una vez adoptado, él es la llave maestra para nuestra inspección acerca del mundo.

De modo que, a un físico del siglo XVIII o de la primera mitad del siglo pasado, no se le hubiera ocurrido, a menos que tuviera fuertes propensiones filosóficas, plantearse dudas y reexámenes acerca del paradigma newtoniano, en tanto que, en situaciones de crisis, esto sería totalmente natural. Para un científico de aquella época, las leyes de la mecánica newtoniana eran tan naturales, evidentes y necesarias que nunca se le hubiese ocurrido ponerlas en tela de juicio. Su tarea consistía en resolver problemas mecánicos y astronómicos con ellas, pero no cuestionarlas. Algo similar hubiese dicho el propio Kant, porque en la *Crítica de la razón pura* trata de justificar la validez filosófica de ese paradigma newtoniano sin que en momento alguno se le ocurra ponerlo en duda o imaginar la posibilidad de que exista otro alternativo.

Debemos reconocer con Kuhn que realmente no hay ninguna razón para discutir desde un ángulo epistemológico los supuestos científicos que, en cierto momento de la historia, permiten obtener éxito práctico de una manera continua y cada vez más amplia. Sin embargo, éste es el punto en el que conviene recordar las palabras de Bertrand Russell cuando afirma que la ciencia tiene dos maneras sistemáticas de avanzar, una de las cuales, la ordinaria, parecería corresponder a la descripción kuhniana de la ciencia normal, y la otra consistiría en volver periódica y sistemáticamente a los principios de la ciencia para, en cada momento, aunque parezca innecesario, preguntarse por qué los hemos adoptado y cuál es la razón por la que los empleamos. El resultado de esta táctica puede conducir, y así lo afirma con acierto Russell, a la modificación de las teorías y al consiguiente progreso científico. En tal sentido, parecería que la posición de Russell es más aconsejable que aquella que adopta Kuhn a través de su tesis de la invisibilidad del paradigma.

Interludio: Kuhn como estructuralista y holista

Ciertos aspectos del pensamiento de Kuhn justifican que sea concebido como estructuralista en muchas de las acepciones contemporáneas de este término. Cuando hablamos de "logro científico" parece que deberíamos discriminar entre ejemplos como el que ofrece el descubrimiento un tanto accidental de los rayos X por parte de Röentgen y el del advenimiento de trascendentes teorías como la electrodinámica de Maxwell o la mecánica cuántica. Pero Kuhn señala que, en realidad, los sucesos en sí mismos no son tan diferentes como parecen a primera vista. El descubrimiento de un hecho al que se considera trivial presupone que las teorías ya existentes no son incompatibles con el mismo. Lo realmente interesante acontece cuando el hecho descubierto es de tal naturaleza que obliga a cambiar la teoría y hasta la concepción que se tiene acerca del mundo. Por ello, se observa que, cuando se constituye un paradigma, el descubrimiento de un hecho es un "logro" si y sólo si implica, de alguna manera, la necesidad de cambiar de teoría. Podría creerse (pues Kuhn se expresa en ocasiones descuidadamente) que un paradigma es sencillamente una teoría; él mismo habla, en ocasiones, de la teoría del paradigma o de la teoría sustentada por la ciencia normal. Pero en realidad Kuhn no identifica al paradigma con la teoría, pues el paradigma implica todo un sistema de conceptos, de articulación de la experiencia, de métodos y de valores, noción mucho más cercana a las de "concepción

de mundo", ideología o *Weltanschauung* que a la de teoría. No obstante, se advierte que el centro de una concepción de mundo o una *Weltanschauung* es alguna clase de propuesta teórica, o sea, una serie de admisiones acerca de cómo es y cómo funciona el universo. Conviene recordar que, al fin de cuentas, una teoría no es meramente un conjunto de hipótesis, pues se vincula además con un lenguaje y una lógica.

De hecho, sin embargo, la invisibilidad del paradigma hace que las hipótesis que constituyen las "teorías del paradigma" (si se nos permite hablar de esta forma) no sean nunca puestas en contrastación, simplemente porque durante los períodos de ciencia normal son ignoradas desde un punto de vista epistemológico, y ésta es la razón por la cual Kuhn no acompaña a los hipotético deductivistas en su concepción del método científico. Admite, sin la menor duda, que en el curso de la investigación normal se proponen hipótesis y se realizan contrastaciones, pero, a diferencia de Popper, no considera asunto de ética científica la contrastación indefinida de una teoría con el fin de agredirla, cruelmente, en la búsqueda de refutaciones. Tal cosa no acontece en la práctica científica real, afirma Kuhn, y por ello la noción de paradigma resulta ser un tanto similar, en este aspecto, a la de ideología política. Un político puede cuestionar la competencia de un ministro o de un plan económico, pero difícilmente hará lo propio con su propia ideología o trate de ponerla a prueba. En este sentido, parecería que la concepción de la ciencia que defiende Kuhn es, realmente, muy distinta de la que sostiene Popper.

Debemos intentar ahora caracterizar con mayor precisión el punto de vista que, a propósito de la ciencia normal, sostiene Kuhn como epistemólogo. En cuanto a su noción de paradigma, la posición kuhniana es fundamentalmente sociologista, pues lo concibe como una estructura en la que, parcialmente, puede haber elementos lógicos, pero que es adoptada por la comunidad científica por un peculiar tipo de conducta social, el *consenso* o *compromiso*. Ésta es una noción central para entender la posición kuhniana: como ya dijimos, la aceptación del paradigma y la unanimidad con que se lo utiliza en las investigaciones científicas se alcanza por medio de una suerte de "iluminación" y no como consecuencia de una actividad crítica basada en argumentaciones lógico-empíricas. La epistemología de Kuhn resulta ser así una mezcla de sociologismo y pragmatismo, empleada para comprender por qué la comunidad científica adopta y comparte un paradigma y actúa de determinada manera a medida que la ciencia se desarrolla. En algunos de sus escritos, y para defenderse de las acusaciones de "irracionalista" que se le han endilgado, Kuhn admite que en los cambios de actitudes que llevan a adoptar un paradigma inciden ciertas "vertientes racionales", consideraciones lógicas y recursos a la observación. Sin embargo, considerada globalmente, la descripción kuhniana de la conducta científica en el período de ciencia normal parece responder más a criterios sociológicos que a los de carácter lógico y empírico que anteriormente introdujimos a propósito del método hipotético deductivo. El lector debe recordar, pese a ello, que en la versión compleja del método ya se manifestaban ingredientes de naturaleza sociológica, acerca de los cuales admitíamos la imposibilidad de no tomarlos en cuenta.

Así como se advierten en Kuhn aspectos estructuralistas, no faltan en su pensamiento otros que bien podríamos caracterizar como holísticos. En relación con su noción de paradigma, parece sostener la idea de que todos los aspectos de una concepción de mundo están ligados entre sí: experiencia, conceptos, principios, lógica, etcétera. Al científico le interesa *articular* el paradigma, es decir, superar sus imperfecciones y hacerlo cada vez más nítido y preciso, pero Kuhn supone que un paradigma es, realmente, una concepción totalizadora acerca de la parte de la realidad en estudio, y que, en cierto modo, tal articulación es una modificación de esa totalidad, aunque no sustancial. Parece admitir que las modificaciones de detalle no alteran algo central que podría denominarse la "estructura del paradigma". Hay que pensar que esto realmente es así, pues, si se habla de "paradigma", se deberá aceptar que hay en él una estructura invariante que no puede ser alterada por ajustes y perfeccionamientos. De otro modo, los paradigmas cambiarían gradualmente, convirtiéndose unos en otros, tesis que Kuhn no acepta pues adopta una posición discontinuista: el cambio de paradigmas acontece por medio de "saltos" a lo largo de la historia, episodios que constituyen revoluciones científicas.

Es pertinente aquí, a propósito del holismo de Kuhn, recordar la posición de Quine que mencionamos en el capítulo anterior. Si se produce, especialmente por causa de la observación y la experimentación, algún desajuste entre las componentes empírica y teórica de la investigación normal, tendremos a nuestro alcance para resolverlo todas las posibilidades ya descritas a propósito del método hipotético deductivo en versión compleja. Trataríamos de modificar aspectos conceptuales, teóricos u observacionales, pero todo ello, en la visión epistemológica y metodológica de Kuhn, resultaría una actividad *interna* al paradigma. La experiencia no puede refutar a un paradigma, tan sólo nos puede obligar a rearticularlo de tal modo que queden eliminadas las contradicciones internas. Se trata de una "labor de limpieza", no de un progreso científico en un sentido revolucionario y estructural de la palabra. La rearticulación es necesaria para que el paradigma mantenga su coherencia y, por consiguiente, se vuelva más potente para la resolución de enigmas y rompecabezas.

La metodología en Kuhn

La posición epistemológica de Kuhn se completa con lo que pudiéramos llamar una posición metodológica. ¿Qué ocurre durante el período de ciencia normal? ¿Qué puede advertirse allí en cuanto a métodos? Kuhn no tiene, en el fondo, ningún prejuicio contra la aplicación de los métodos inductivos e hipotético deductivo en tanto éstos sean simples instrumentos para la investigación normal. Para Kuhn, el inductivismo es una concepción por la cual la ciencia se desarrolla por mero acrecentamiento, como podría ocurrir con el capital de una empresa financiera próspera, pero la constitución de un paradigma o su reemplazo por otro nada tiene que ver con tal acumulación. Como veremos luego, los cambios de paradigma originan las revoluciones científicas, pero en este caso lo que ha acontecido, según Kuhn, es que se han producido serios inconvenientes con el paradigma anterior, equivalentes al estado de quiebra de la empresa que lleva, inevitablemente, a su sustitución por otra mejor y más organizada. En este sentido, si bien Kuhn es antiinductivista con respecto a la constitución o al cambio de paradigma, admitiría que los procedimientos inductivos y estadísticos son perfectamente utilizables para realizar "labores de detalle" en la

etapa de ciencia normal, guiada por el paradigma. Algo similar sucedería con el método hipotético deductivo. Tampoco éste desempeñaría papel alguno en la constitución del primer paradigma de una ciencia o en los cambios de paradigma, pero, en problemas de detalle, en investigaciones de laboratorio, en cuestiones especiales, todos ellos vinculados con la práctica de la investigación normal, formular hipótesis y contrastarlas sería un procedimiento totalmente habitual.

No pierde la ocasión Kuhn, en este punto, de señalar algo curioso. Gran parte de la actividad científica, afirma, no se relaciona con la aplicación de métodos inductivos o del método hipotético deductivo, sino con el ajuste o articulación del paradigma. A primera vista, esta afirmación parecería contradecir aquella según la cual el paradigma es invisible, pero tal contradicción es sólo aparente. Junto con el paradigma, se aceptan ciertas "fallas" en el mismo, pero se admite a la vez que podrán ser corregidas. Por ejemplo, podría ocurrir que, para lograr mejores resultados en la investigación normal, haya que conocer con mayor exactitud el valor de ciertas constantes universales que aparecen en las leyes físicas, tales como la constante de gravitación universal de la mecánica newtoniana. Una vez logrado ello, el paradigma será más eficaz como guía para la resolución de problemas. La articulación del paradigma, por tanto, no niega su invisibilidad. Si se nos permite volver a la metáfora de los anteojos, se trataría, no de criticarlos sino de mantenerlos limpios por medio de una gamuza y así mejorar la visión. El científico kuhniano sería, entonces, una especie de simpático oportunista capaz de utilizar múltiples recursos para lograr que el paradigma, al que no cuestiona, le brinde el máximo provecho y le permita resolver la mayor cantidad posible de problemas.

Crisis y revolución científica

En la concepción de Kuhn, llega un momento en que los inconvenientes internos planteados por la experiencia dentro de un paradigma comienzan a generar una situación de tal naturaleza que acaban por provocar un colapso, ahora sí considerado como tal por razones *externas*. Ante tales inconvenientes, se originaría un proceso de crisis por el cual quienes practican una ciencia en el período de ciencia normal pueden, de pronto, sentir una insatisfacción acerca de lo que hacen, y ésta, indudablemente, no es asunto meramente interno, sino que expresa un cuestionamiento respecto de toda una visión del mundo y de los instrumentos paradigmáticos que se están utilizando. En el método hipotético deductivo, estas etapas de crisis y de cambio son concebidas como resultado de refutaciones (versión simple) o de una serie de refutaciones que originan una "situación de escándalo" (versión compleja). Aquí habría, pues, cierta analogía entre la posición de Kuhn y la de Popper, la cual, advertida por ciertos popperianos, originó en éstos el intento de ubicar a Kuhn entre sus filas, tentativa que fue amable pero drásticamente rechazada.

Siguiendo con nuestra enumeración de etapas del desarrollo del conocimiento científico según Kuhn, admitamos la existencia de una etapa 5 que podríamos llamar "de las primeras anomalías". Una ***anomalía***, en el lenguaje kuhniano, es algún aspecto de la investigación que no puede ser articulado con el paradigma, aunque su naturaleza puede ser muy diversa. Puede tratarse del comportamiento anómalo de una situación experimental (como en la experiencia de Michelson), de la inoperancia de un modelo planetario para predecir la posición de los astros o de un problema que, por la naturaleza lógica del mismo, debió haberse resuelto. Es interesante lo que Kuhn afirma a este respecto, pues tiene un tufo psicoanalítico: frente a tales inconvenientes, la actitud inicial de los científicos no consiste en cuestionar el paradigma, sino, lisa y llanamente, en denegarlos e ignorarlos. Se trataría de una suerte de estrategia consistente en "esconder la dificultad debajo de la alfombra", a la espera de que algún científico ingenioso la resuelva. Entiéndase bien, sin embargo, que no se hace referencia aquí a anomalías tales como la del movimiento "extraño" de Urano (que condujo al descubrimiento de Neptuno) o la del movimiento de Mercurio (que a la larga obligó a un cambio revolucionario de teoría). En ambos ejemplos el inconveniente fue reconocido y se recurrió a hipótesis auxiliares o modificaciones teóricas drásticas como medios para resolverlo, estrategias características del método hipotético deductivo en versión compleja. En cambio, la "maniobra denegatoria" de la etapa kuhniana de ciencia normal consiste lisa y llanamente en ignorar la dificultad y conducirse como si nada sucediera. Como señalamos en un capítulo anterior, Leverrier formuló la hipótesis de la existencia de un planeta desconocido, Vulcano, para explicar las irregularidades del movimiento de Mercurio, pero aquél nunca fue descubierto. La estrategia de Leverrier fracasó, pero los astrónomos denegaron la dificultad por muchos años hasta que la teoría de Einstein mostró que la hipótesis de Vulcano era innecesaria.

Un ejemplo que cita Kuhn, a propósito de una investigación realizada por psicólogos, es realmente significativo a este respecto. A una serie de observadores se les entregó un mazo de naipes franceses previamente mezclado y se les solicitó que los inspeccionaran en busca de algo particular que pudieran advertir en las cartas. Realmente había en el mazo cartas anómalas que ordinariamente no existen, tales como un seis de corazones negro, un as de pique rojo o alguna figura que no coincide exactamente con las J, Q y K habituales. Curiosamente, en los primeros intentos ningún observador detectó en las cartas nada anormal. Pero en cuanto alguno de los sujetos de la experimentación advirtió una anomalía, inmediatamente las advirtió todas. En ciertos casos, algunos informaron que sospechaban la presencia de algo extraño, pero sin poder señalar en qué consistía, a la vez que manifestaban un estado de angustia y nerviosidad. Lo interesante aquí es que detectar una anomalía no parece tan fácil, sobre todo si disponemos de un "paradigma" que nos indica qué tipo de cartas existen en el mazo normal y que, en cierto modo, nos condiciona acerca de lo que "debemos" ver. Los científicos, en muchas ocasiones, tienen la propensión a tomar el inconveniente como una mera perturbación y no como una falla de sus teorías, de modo que hay una notable analogía con la situación que se presenta en el experimento anterior.

Kuhn afirma que en esta etapa 5 quien por primera vez señala una anomalía no tiene reconocimiento comunitario. La actitud general de los miembros de la comunidad científica frente al episodio es declarar que el denunciante es un mal científico que no ha procedido según las normas del paradigma, pues, en los períodos de ciencia normal, podría decirse metafóricamente que la mala calidad de un producto

se achaca a quien lo produce y no a las herramientas que utiliza. Sin embargo, esta etapa 5 puede dar lugar a una etapa 6 en la que las anomalías se presentan con frecuencia y ya no se las puede denegar. Podríamos llamarla "etapa de crisis", por cuanto la situación comienza a producir cierta insatisfacción; sin embargo, el ingreso a las etapas 5 y 6 no involucra todavía el abandono del paradigma, a menos que la naturaleza y gravedad de las anomalías conduzca a una "etapa de emergencia", la etapa 7. Ésta ya, decididamente, pone en peligro al paradigma, que ahora es contemplado críticamente. En nuestra metáfora de los anteojos, lo que ha sucedido es que los cristales se han roto, se ve defectuosamente con ellos y ya no hay más remedio que admitir que, esta vez sí, la deficiencia radica en las lentes. Mientras no se disponga de otros (un nuevo paradigma) se seguirán usando los anteojos con cristales rotos en situación de "escándalo", pero entonces todo sucederá como si, nuevamente, el mundo fuera interpretado por medio de imágenes que provienen de cada fragmento. El paradigma comienza a resquebrajarse en "subparadigmas" y se advierte una señal inequívoca de la crisis: empiezan a aparecer nuevamente las discusiones epistemológicas, las cuestiones de principio o de fundamento de la ciencia. (A veces, la crisis afecta también el estado emocional de los científicos, quienes experimentan la sensación de que mejor hubieran hecho en dedicarse a otra cosa.) Curiosamente, hasta que no se produce una situación totalmente intolerable y aparece la propuesta de un nuevo paradigma, la comunidad científica, con mucha razón desde el punto de vista práctico, no abandona el paradigma en crisis. Sólo cuando de pronto algún científico realiza una transformación de la manera de pensar habitual, cambia conceptos, principios, modos de entender y valorar la experiencia y hasta el manejo de los instrumentos, puede comenzar la superación de la crisis: ha nacido un paradigma alternativo. Ésta sería la etapa 8, una nueva "etapa del logro" que repite, aunque en una situación histórica distinta, lo que ocurrió en la etapa 2. A partir de aquí habrá una reiteración: este nuevo logro llevará a la etapa 9, una nueva etapa de conversión en que los partidarios del viejo paradigma se irán convirtiendo al nuevo; y cuando la conversión es general y se alcanza el estado de unanimidad y de consenso, se accede a la etapa 10, en que se practicará ciencia normal regida, esta vez, por el nuevo paradigma.

Las etapas 8, 9 y el comienzo de la 10 constituyen una "revolución científica", el tercero de los conceptos centrales de la epistemología de Kuhn. Tal como él la describe, la historia de una ciencia consistiría en una etapa 1 de preciencia, seguida por un avance hacia la etapa 4 (propuesta de un paradigma, conversión, ciencia normal), y luego por un proceso que abarca desde la etapa 5 hasta el comienzo de la 10 (aparición de anomalías, crisis, revolución, propuesta de un nuevo paradigma, conversión al mismo y nuevo período de ciencia normal). La etapa 11 correspondería a la aparición de las primeras anomalías del nuevo paradigma, la 12 a la acumulación de las mismas, la 13 a una nueva situación de emergencia, y así sucesivamente, en ciclos que históricamente se reiterarían a través de períodos de ciencia normal interrumpidos por revoluciones.

Esta descripción del pensamiento kuhniano constituye lo que podríamos denominar el Kuhn "débil", en el sentido de que sus concepciones sociológicas, epistemológicas y metodológicas, si bien proponen una posición muy distinta a la del método

hipotético deductivo, no significan un cambio de actitud tan poderoso que implique una revolución en la filosofía de la ciencia. Pero, junto a este Kuhn "débil", se comprueba la existencia de un Kuhn "fuerte", pues este epistemólogo plantea además algunas tesis que, desde el punto de vista filosófico y hasta metafísico, entrañan notables y provocativas consecuencias. Nos parece interesante señalar estos diferentes aspectos del pensamiento de Kuhn, sobre todo porque es posible acompañar las tesis del Kuhn "débil" sin participar de las del "fuerte". Las primeras, que hemos descrito en este capítulo, parecen razonables, admisibles e incluso útiles. En el capítulo siguiente analizaremos en qué consisten las radicales afirmaciones del Kuhn "fuerte", que tanta polémica han desatado en los ámbitos filosófico y epistemológico.

22

Epistemologías alternativas. Segunda parte: controversias acerca de Kuhn

Criticism and the Growth of Knowledge

EDITED BY IMRE LAKATOS & ALAN MUSGRAVE

PAUL FEYERABEND
THOMAS KUHN
IMRE LAKATOS
MARGARET MASTERMAN
KARL POPPER
STEPHEN TOULMIN
JOHN WATKINS
L. PEARCE WILLIAMS


CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS £1 net IN U.K. $3.45 IN U.S.A.

La antología La crítica y el desarrollo del conocimiento *(1970), compilada por Imre Lakatos y Alan Musgrave, incluye, entre otras, importantes contribuciones de Popper, Lakatos, Feyerabend y Kuhn al debate epistemológico actual, parte del cual gira alrededor de la validez o inadecuación de las ideas kuhnianas.*

Kuhn y Popper

Hasta el momento, nuestra exposición de las ideas de Kuhn parece referirse a cómo actúa la comunidad científica y cómo se constituye y altera el conocimiento a medida que transcurre la historia de la ciencia. Ya hemos dicho que se puede acompañar a Kuhn en algunas de las tesis presentadas en el capítulo anterior, aunque también sea posible discrepar con ellas, pero el lector no dejará de advertir que la descripción kuhniana puede, de hecho, apoyarse o refutarse sobre la base de datos históricos. No es propiamente una discusión filosófica o epistemológica llevada a cabo con recursos lógicos. En particular, muchas de las polémicas que Kuhn ha motivado, tanto en el campo popperiano como también entre los partidarios del epistemólogo Lakatos, consisten en dejar establecido si la interpretación que presenta se adapta o no a episodios tales como "la historia del concepto de energía". Sería equivocado, sin embargo, suponer que Kuhn ofrece una interpretación epistemológica sustentada en datos de la historia de la ciencia, ya que, en verdad, también hay, tanto en su libro de 1962 como en trabajos posteriores, tesis de carácter filosófico y gnoseológico, y, especialmente, reflexiones sobre el alcance y las limitaciones del conocimiento científico. Esto nos ha llevado a distinguir entre un Kuhn "débil", presentado en el capítulo anterior, que se limita a describir la actividad científica en la historia tal como él la concibe, y un Kuhn "fuerte", en el que hallamos a un filósofo dando indicaciones cuyo origen no parece radicar en la historia de la ciencia y que, como veremos, se asemeja a algunas de las corrientes más importantes en la historia de la filosofía y de la teoría del conocimiento, como la vinculada al nombre de Kant.

Intentaremos ahora ofrecer una comparación entre los puntos de vista kuhnianos y los popperianos, desde el momento en que muchas veces se ha afirmado que son concepciones epistemológicas que entran en abierta colisión. ¿Puede entenderse a Kuhn como sosteniendo una posición radicalmente contraria a la de Popper? Los popperianos y algunos otros filósofos vinculados a ellos parecen manifestar cierta ambivalencia al respecto. En una célebre antología compilada por Imre Lakatos y Alan Musgrave, *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, publicada en 1970, el lector asiste a una animada discusión entre ciertos popperianos y los propios Kuhn y Popper, en la cual aparece la tesis de que, en el fondo, las afirmaciones de Kuhn no serían muy distintas de las de Popper. Ambos son, en primer lugar, *discontinuistas*, es decir, niegan que la ciencia se desarrolle por simple acrecentamiento y acumulación del conocimiento. En el punto de vista que sostiene Popper, adalid de la escuela hipotético deductivista, se admite que en materia de conocimiento científico toda una labor, incluso de siglos, puede de pronto entrar en estado de aniquilación porque, debido a la refutación de las teorías, hay que abandonar éstas y reconstituir el conocimiento a partir de otras, que alteran o reemplazan a las anteriores. Desde esta perspectiva, también habría que situar a Popper como una suerte de "catastrofista", porque piensa que es natural, dada la elevada probabilidad de que todo esquema conceptual o teórico no coincida enteramente con la estructura de la realidad, que periódicamente acontezca el derrumbe de teorías de gran prestigio. Tampoco Kuhn es continuista. Las revoluciones científicas que hemos descrito en las etapas

8, 9 y 10, implican la sustitución de una teoría por otra, si bien para Kuhn una teoría no es más que un componente del paradigma y lo que se sustituye es un paradigma por entero. Por todo ello, no es de extrañar que los popperianos declaren a veces que Kuhn es un pensador afín a la tendencia que ellos profesan. Kuhn, en cambio, lo niega y repite una humorada probablemente original de Carnap, afirmando que debe poner en duda una propiedad de la distancia (la simetría) porque advierte que Popper se considera cercano a él mientras que él comprueba que se halla lejos de Popper.

¿Dónde radica la diferencia entre ambos epistemólogos? En primer lugar, la unidad de análisis de Kuhn, el paradigma, es algo mucho más "fuerte" y complicado que la de Popper, la teoría. En el paradigma hallamos no sólo teorías, sino también todo un lote de conceptos, valoraciones, modos de entender, dividir y clasificar la experiencia y sus datos, etcétera, necesarios para la tarea de articulación. Como afirma Kuhn, cambiar de paradigma no es sólo cambiar un sistema de conjeturas, sino además alterar drásticamente nuestra visión del mundo por la adopción de un nuevo estilo para concebirlo y analizarlo. Popper parece pensar, por el contrario, que el arsenal de conceptos del que disponemos proviene en parte de una fuente natural, el lenguaje ordinario, pero también de nuestra propia capacidad de construir nociones (incluso independientemente de lo que sugiere la experiencia) aplicables luego a la formulación de conjeturas y teorías. Para Popper, en síntesis, el científico ya dispone de un instrumental para dirigirse ante el mundo. Pero, aun en posesión del mismo, hay muchas posibilidades en cuanto a la manera de concebir la estructura de la realidad y los hechos singulares y generales que le conciernen. Por ello se formulan hipótesis y teorías científicas que nos permiten conocer tal estructura a través de las explicaciones y predicciones que derivan de aquéllas. Como se advierte, aquí el aspecto sociológico parece no tener especial pertinencia y sí, en cambio, la capacidad lógica de articular proposiciones que expresen nuestras creencias acerca de cómo opera el sector de la realidad que estamos investigando.

En este sentido, Kuhn parecería ser, realmente, un epistemólogo que funda sus tesis, por un lado, en la realidad histórica, y por otro, en el comportamiento social de los científicos; Popper, en cambio, se ocuparía fundamentalmente de la articulación lógica del pensamiento en determinados momentos de la historia, pero analizada con preocupación metodológica. Dicha articulación acontecería, piensa Popper, con cierta independencia del modo particular en que se comporte la comunidad científica que construye el conocimiento. Sería, en cierto modo, ahistórica. Sin embargo, a este respecto Kuhn ha criticado a Popper su utilización particular de acontecimientos de la historia de la ciencia para ilustrar el método hipotético deductivo, y ello por dos razones. La primera es que muchos de los ejemplos históricos que emplea Popper están muy simplificados y son presentados de una manera un tanto banal. Para Kuhn, quien no sólo es epistemólogo sino también historiador, las cosas han sucedido en la historia de manera mucho más complicada de lo que cree Popper, y la excesiva atención lógica que éste dispensa a los hechos le impide advertir una serie de factores vinculados con la aceptación o el rechazo de las teorías, proceso que no puede ser explicado, según Kuhn, sólo por medio de argumentos lógicos. La segunda crítica es que muchos ejemplos de Popper han sido tomados de la

historia de la filosofía antes que de la historia de la ciencia, y entonces tales episodios no reflejarían el comportamiento real de la comunidad científica.

Señalemos otra diferencia entre las concepciones de Kuhn y Popper. La metodología hipotético deductiva parece concebida para disciplinas de carácter fáctico, en tanto que la descripción de Kuhn se podría aplicar a cualquier disciplina científica. Por ello pensamos que las ideas de Kuhn tienen mayor pertinencia histórica (o, al menos, más amplitud en su alcance) que el pensamiento popperiano, porque se puede analizar con ellas el desarrollo de la matemática y aun de la propia lógica. Realmente es posible, por ejemplo, describir a la lógica matemática contemporánea como una disciplina que se constituye a partir de un logro, aunque sea un tanto difícil ubicar con justicia cuál habría sido éste (quizá los escritos de Giuseppe Peano, los de Gottlob Frege o los *Principia Mathematica* de Russell y Whitehead). A partir de este logro, después de mucha discusión, toda una serie de lógicos y matemáticos se constituyó como grupo y desarrolló la disciplina. Hasta ahora no ha habido en la lógica matemática anomalías de un grado tal que impliquen la inminencia de una revolución científica, es decir, un cambio de paradigma, pero es verdad que gran parte de la descripción kuhniana parece adaptarse a la aparición de esta disciplina en la historia de las ciencias formales. Con la geometría proyectiva acontece algo semejante. A mediados del siglo pasado, tal era su vigencia que casi todos los geómetras de Italia, de gran parte de Alemania y de Francia planteaban una gran cantidad de problemas de muy distinta índole sobre la base de nociones tales como "proyectividad", "grupo armónico", "afinidad", "homotecia", etcétera, que provienen de la teoría general de la geometría proyectiva. Paulatinamente, el entusiasmo por ella empezó a decrecer y el carácter solemnemente científico que se adscribía a esta disciplina se perdió. Hacia los años 50, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, el autor tuvo ocasión de asistir a una lucha generacional entre los partidarios del "paradigma proyectivo" y una nueva generación que se preguntaba: "¿Y todo eso para qué sirve?". Porque, por entonces, se había comprobado que los grandes problemas de la matemática moderna y de la físico-matemática no podían ser resueltos con métodos proyectivos: los matemáticos estaban unánimemente convencidos de que el núcleo principal de la matemática es el algoritmo, el cálculo, la computación, todo lo cual obligaba a adoptar enfoques diferentes. Los logros que finalmente acabaron por producir una revolución científica en matemática fueron textos que replanteaban la geometría moderna en forma algebraica y presentaban los problemas desde un ángulo nuevo. Podemos reconocer que este proceso se adapta bien a la descripción kuhniana. La epistemología de Popper no tiene mucho que decir en este caso, porque no se trata de episodios vinculados con las teorías fácticas ni existe por tanto nada similar a la refutación experimental u observacional.

Un punto más parece separar a Kuhn de Popper y otros hipotético deductivistas. Para Popper, la experiencia no está ligada en principio a las teorías científicas y ni siquiera se la concibe como un fenómeno psicológico. Popper intenta, por diferentes razones, "despsicologizar" la noción de experiencia y llega a decir, por ejemplo, que la observación es una peculiar relación física de ubicación, situación mutua o contacto entre objetos físicos, uno de los cuales es el observador y el otro es lo observado. Desde el punto de vista de Kuhn, que no hace cuestión acerca de la naturaleza

metafísica u ontológica de la observación, lo importante es que la experiencia no es un acontecimiento físico que, como tal, ocurre independientemente de un sistema de creencias u opiniones. Popper afirma que observar es colocarse en una peculiar relación física con otro objeto y que ello acontecerá independientemente de las teorías que sustente el observador; éstas, en todo caso, intervienen para permitir que el observador se coloque en la situación física apropiada. En cambio Kuhn no lo entiende así. Para él, la experiencia sucede efectivamente en determinadas situaciones en que nosotros nos ubicamos ante las cosas, pero, en cierto sentido, lo que resulta de ello es un continuo dividido en partes discretas por el paradigma y nuestro pensamiento. Cada uno de esos sectores se corresponde con un concepto clasificatorio o una noción que, indudablemente, está relacionada con el paradigma. Por consiguiente, la experiencia se parece mucho más, en Kuhn, a un modo de iluminar y "zonificar" la realidad (palabra esta última que no deberíamos usar aquí debido a los prejuicios que Kuhn tiene contra ella) por los límites de aquello que estamos iluminando y por la manera peculiar en que arrojamos luz sobre él. En síntesis, los sucesos de la experiencia son para Kuhn algo así como un producto combinado de nuestro modo de pensar acerca de la realidad y de la manera en que ésta "se deja pensar". Popper diría, sin embargo, que esta clase de discusión es un tanto inconducente.

La posición de Popper acerca de la cuestión de la experiencia le ha valido el mote de "positivista" o "empirista", lo cual no nos parece correcto dadas las críticas declaraciones que él ha hecho en contra del punto de vista filosófico y epistemológico al cual se aplican dichos rótulos. Ya hemos señalado, en el Capítulo 13, que para Popper las afirmaciones singulares acerca de la experiencia poseen también, al igual que las proposiciones generales, características hipotéticas, lo cual lo lleva a admitir que la base empírica de la ciencia es el resultado de un consenso entre los científicos. En cada momento histórico se admitirá que algunas de estas hipótesis empíricas no deben ser puestas en duda y que se las tomará como base de la constitución de la experiencia para proceder, entonces, a la práctica del método hipotético deductivo. Recordemos que Popper no asigna a dicha "base empírica mínima", consensuada, un carácter absoluto, sino relativo a un determinado momento de la historia de la ciencia. El carácter convencional de este acuerdo entre los científicos es cosa que se pone de manifiesto cuando, si surgen dificultades, se lo cuestiona y finalmente se adopta otro, a partir de la constitución de una nueva base empírica mínima. No puede negarse que, en este aspecto del pensamiento de Popper, hay un ingrediente sociológico que atañe al comportamiento de la comunidad científica, cuestión de la que dicho epistemólogo, en realidad, no se ocupa demasiado. Sin embargo, es evidente que si en la base misma de la constitución de la base empírica aparece este componente sociológico, las consecuencias se propagarán a todas las demás actividades que implica el método hipotético deductivo. Por ejemplo, puesto que las teorías se aceptarán o rechazarán de acuerdo con los resultados de contrastaciones con la base empírica mínima, tales aceptaciones o rechazos también estarán "contaminados" por el factor consensual de origen. Al fin y a la postre, la labor lógico-metodológica de Popper está impregnada de un "pecado original" de carácter sociológico del cual depende toda la producción de conocimiento restante. La discrepancia entre Kuhn y Popper en este asunto es, quizá, cuestión de detalle.

Kuhn versus Popper

En los párrafos anteriores hemos querido señalar algunas analogías entre el pensamiento epistemológico de Kuhn y el de Popper, pero cuando se avanza en el análisis se comprueba la existencia de diferencias muy marcadas entre ambos. Desde ya, el autor de este libro debe adelantar que no cree que ninguno de ellos "tenga razón", si por tal cosa se entiende el haber resuelto un problema filosófico o una cuestión epistemológica básica. El fundamento de esta convicción es el siguiente. Cuando Popper describe su método hipotético deductivo o Kuhn imagina sus nociones de ciencia normal, paradigma y revolución, cada uno a su modo está concibiendo modelos a los que respondería la producción de conocimientos por parte de los científicos. Verdad es que ambos piensan que la descripción propia es válida para todos los casos históricos y que por tanto tiene pertinencia universal, pero, en nuestra opinión, hay situaciones en las cuales el modelo kuhniano es más adecuado que el popperiano y viceversa. En algunas ocasiones históricas, las cosas parecen haber sucedido según el modelo de Kuhn, pero creemos que Popper no está errado cuando adopta una perspectiva normativa y afirma que lo que ocurrió en aquel entonces pudo no ser correcto desde el punto de vista lógico y la actitud de los científicos ser un tanto disparatada. Es perfectamente posible que una comunidad científica acepte un paradigma o una teoría por razones de comodidad o eficacia cuando en realidad, visto el problema con perspectiva filosófica, lo que debió interesar en aquel momento era el progreso del conocimiento y la cuestión de quién se hallaba más cerca o más lejos de obtenerlo. Las pautas hipotético deductivistas parecen ser, más bien, recomendaciones metodológicas para aceptar o rechazar ciertos presuntos conocimientos, en tanto que, por su parte, el modelo kuhniano parecería responder a la necesidad de saber qué es lo relevante en la descripción histórica de la aparición de una disciplina o de los cambios que se producen en ella. En este sentido, ambos modelos pueden coexistir, aunque, desde el punto de vista normativo popperiano, puede llegarse a la conclusión de que la comunidad científica pudo, en su momento, conducirse a la manera kuhniana sin por ello proceder *racionalmente*, entendido este término como sinónimo de utilización de recursos lógicos y observacionales para controlar la legitimidad del conocimiento científico. Lo que los popperianos siempre han sospechado, a pesar de las aclaraciones kuhnianas, es que, si la comunidad científica se comportara siempre a la manera de Kuhn, no se entiende bien por qué hay que considerar que con la adopción de un nuevo paradigma se alcanza mayor conocimiento que con aquel que se abandona.

De hecho, parecería que la posición kuhniana se desvincula de la teoría del conocimiento, cosa que de ningún modo se puede afirmar de las pretensiones de Popper y sus adherentes. Pero plantear las cosas de este modo es adscribir a Kuhn una ubicación puramente *descriptivista* y justificadamente *sociologista*, en tanto que, en el caso de Popper, tendríamos por el contrario una concepción de carácter *normativo*, más vinculada a pautas metodológicas y por tanto a lo que llamamos "conocimiento". Kuhn negaría la validez de estas afirmaciones, porque ha señalado con frecuencia que su modelo no es solamente descriptivo sino también normativo. Diría que él aconseja, por ejemplo, superar la etapa 1 y acceder a la 4, la de ciencia normal, porque és-

ta es la condición del éxito y la eficacia en materia de resolución de problemas científicos. No excluye tampoco que una de las pautas para la obtención del éxito en los períodos de ciencia normal sea la de obtener conocimiento, aunque nunca aclara de una manera precisa el significado de "conocimiento" y cómo deberíamos proceder para reconocerlo. Las ambigüedades de Kuhn en este punto son características de su pensamiento "fuerte", que abordaremos de inmediato, no sin antes aclarar que, a nuestro entender, la posición de Kuhn es menos interesante que la de Popper desde el punto de vista epistemológico, es decir, en relación con lo que tradicionalmente ha sido el propósito de la ciencia: conocer.

La inconmensurabilidad de los paradigmas

Sin señalarlo explícitamente, ya hemos mencionado una de las tesis "fuertes" de Kuhn en relación con la etapa 3, que hemos llamado "de conversión". En ella, dada la dificultad que se presenta para argumentar y convencer al contendor mediante razonamientos, la adhesión a un paradigma supondría una suerte de conversión de un sistema de creencias a otro, similar a la del "iluminado" que adopta una religión luego de haber profesado otra distinta. La *inconmensurabilidad* de los paradigmas es la tesis kuhniana según la cual la forma en que el paradigma divide, clasifica y articula la realidad a través de la teoría central, el sistema de valores, el equipo de conceptos, el tipo de instrumentos empleados, etcétera, impide a los "no conversos" comprender qué discuten los "conversos" y viceversa, y por tanto dialogar, por carencia de un lenguaje común. Por tanto, el "no converso" no estará en condiciones de criticar, aceptar u objetar lo que sostiene el "converso". De aquí resultaría que cada paradigma, hablando metafóricamente, se transforma en una suerte de compartimento estanco y no hay modo de salir de él para discutir con quien habita el compartimento vecino. Esta posición ha sido calificada por algunos de "irracionalista" y, también, a modo de disculpa y con cierta benevolencia hacia Kuhn por parte de algunos kuhnianos, como una "fisura irracional". El hecho es que, trátese de irracionalismo o mera fisura, no se puede disimular que el fenómeno, tal como lo describe Kuhn, constituiría un impedimento para la discusión lógica, sistemática, argumentativa y racional entre contendores, y lo único que restaría es el acto mediante el cual una persona, de pronto, tiene una visión *gestáltica* del modo de articular la realidad por parte del contendor y como consecuencia adhiere a las creencias de éste. Esa suerte de *insight* le permitiría al nuevo converso captar el nuevo paradigma, mas no comprenderlo y señalar las razones por las cuales ha hecho tal elección.

Indudablemente, esta tesis "fuerte" de Kuhn conduce a consecuencias muy serias; una de ellas es que no existiría un lenguaje básico o neutral con el cual se podrían desarrollar las discusiones lógicas y argumentativas que llevarían a adoptar uno u otro paradigma. Cada especialista se hallaría, en cada momento histórico, encasillado en su propio paradigma, y por tanto podría hablarse, como ya lo señalamos, de un universo de "conversos" y otro de "no conversos". Estos últimos tienen la posibilidad de captar el nuevo paradigma, pero en cada caso particular se verá si el "no converso" se instala o no en la nueva galaxia que se le propone. (Kuhn afirma incluso que, una vez concretada una revolución científica, quienes persisten en no adherir al nuevo paradigma serán considerados lisa y llanamente ajenos a la comunidad científica.) La inconmensurabilidad de los paradigmas impediría la posibilidad de discusiones neutrales, pues un lenguaje "neutral" estaría inserto en una especie de paradigma absoluto desde el cual se podrían discutir los demás, lo cual, de hecho, sería imposible en razón del carácter sociológicamente relativo de la noción de "paradigma" que Kuhn ofrece. Ante las objeciones que ha merecido este punto de vista, el propio Kuhn ha admitido las dificultades que presenta. En cierto momento insinuó, a la manera del filósofo Wittgenstein, que el lenguaje ordinario podría ayudar al desarrollo de una actividad dialéctica que consistiría en lo siguiente: cada contendor, por todos los medios de que dispone, trataría de aclarar su vocabulario, su nomenclatura y las reglas de su lenguaje. Sin embargo, nadie ha visto, hasta el momento, cómo podría ello hacerse sin violar la tesis de la inconmensurabilidad, de modo que podríamos concluir tristemente que la discusión científica y filosófica, tal como la presenta Kuhn, es como un diálogo de sordos en el que cada uno habla con su arquitectura paradigmática sin que el otro disponga de medios para oírlo, en un sentido racional y comprensivo de la palabra.

Kuhn y el racionalismo

Éste es un momento oportuno para puntualizar la manera en que estamos utilizando las palabras "racional", "racionalidad" y "racionalismo", en particular porque no lo hacemos con igual significado que el empleado en un capítulo anterior. Como el lector recordará, allí discriminábamos entre racionalistas y empiristas. Un racionalista en aquel sentido, al modo en que la historia de la filosofía presenta por ejemplo a Descartes, Leibniz o Hegel, supone que el instrumento por excelencia para acceder a la verdad es esa facultad humana llamada *razón*. La experiencia, por el contrario, sólo sería fuente de ilusiones, y más aún lo sería la práctica, donde cuestiones valorativas y de interés espúreo introducirían factores de perturbación y distorsión muy grande. Pero en el actual contexto, "racionalismo" significa, simplemente, la convicción de que existen criterios lógicos y controles empíricos que, convenientemente empleados, permiten la comparación entre distintos puntos de vista y la elección de alguno de ellos con preferencia a otros. En particular, la cuestión afecta al proceso de comparar teorías científicas alternativas y optar entre ellas. El racionalista dirá que tales criterios involucran el uso de argumentos lógicos (como los que están ligados a la deducción) o también, en algunos casos, consideraciones vinculadas a la estadística y a la teoría de las probabilidades. Se trata, en suma, de suponer que es posible comprender los argumentos de nuestro contendor y decidir si son más convincentes que los nuestros, o bien lo son menos, o bien son insuficientes. Por ello Popper es un racionalista. No niega el valor de la experiencia; por el contrario, le asigna importancia primordial en la práctica del método hipotético deductivo. El racionalismo popperiano radica en su creencia de que la experiencia y la deducción lógica, en la estrecha simbiosis que el método supone, bastan para poder comparar teorías rivales y decidir entre ellas.

¿Qué decir a propósito de Kuhn? Es interesante recordar que éste, en la introducción a su libro de 1962, formula agradecimientos a las personas que, según afirma, influyeron en él. Allí alude a Paul Feyerabend, filósofo un tanto complicado cuyas ideas analizaremos en el capítulo próximo y que a veces parece adherir a ciertas tesis similares a las de Kuhn. Curiosamente, la contestación de Feyerabend a este agradecimiento tiene un carácter un tanto insultante. Manifiesta que no quiere tener nada que ver con posiciones "irracionalistas" como las de Kuhn y que su punto de vista es enteramente diferente. Es verdad que esta forma de hablar de Feyerabend señala su tendencia habitual al malhumor y a producir guasadas filosóficas a las que es muy afecto. Pero, de todas maneras, el mote de irracionalista que Feyerabend le endilga a Kuhn parece fundado en el hecho de que Kuhn no acepta la existencia de un procedimiento racional, neutral y típico que permita la comparación de teorías y por tanto una discusión orgánica destinada a escoger entre ellas. Quizá Feyerabend acierta en su evaluación de Kuhn, salvo que, como se ha insinuado muchas veces, se adopte un concepto de "razón" más amplio que el proporcionado con instrumentos como el de la deducción lógica, tesis que ha sido expuesta, por ejemplo, por la llamada "escuela de Franckfurt" y se la encuentra especialmente en los escritos de Jürgen Habermas. Sería posible entonces aceptar (como aduce el propio Kuhn en defensa de su posición) que mecanismos tales como la comprensión, la adecuación a la experiencia y la sensibilidad a la eficacia formasen parte de una "racionalidad" en un sentido más amplio que el tradicional. Se trata de un punto de vista que, en nuestra opinión, merece ser tenido en cuenta.

Kuhn y el realismo

Prosiguiendo con el Kuhn "fuerte", es oportuno mencionar que este epistemólogo considera que palabras como "realidad" no desempeñan papel alguno en ciencia. En tanto filósofo no niega que haya una realidad, pero considera que el científico discute los hechos tal como se le presentan a través de un paradigma, es decir, tal como un paradigma los constituye y los articula. Por consiguiente, no hay, para la ciencia, en el sentido práctico en que ella procede, una realidad entendida en sentido absoluto e independiente de la labor del científico. La "realidad" estaría constituida por los hechos interpretados a través de un paradigma y, en este sentido, cuando se produce una revolución científica la "realidad" deja de ser lo que era para transformarse en algo nuevo, pues los hechos, articulados por el antiguo paradigma, desaparecen en tanto tales y son reemplazados por los "nuevos hechos" que ahora ofrece el nuevo paradigma. Kuhn lo dice, aproximadamente, en estos términos: "En toda revolución científica, el mundo deja de ser lo que era y pasa a ser otro mundo, un mundo nuevo", y está claro que se refiere a la nueva articulación que produce el nuevo paradigma. Pero este aspecto del Kuhn "fuerte" introduce un grave problema. Kuhn sostiene que el concepto de "verdad", entendido en un sentido absoluto y a la manera aristotélica, es totalmente inútil en ciencia. No puede hablarse de la verdad de un paradigma, ni siquiera de la verdad de una proposición producida en un determinado momento de ciencia normal. ¿Por qué? Porque no hay para la ciencia una

realidad independiente del paradigma con la que se puedan comparar las proposiciones que se enuncian: no podemos abandonar el paradigma para captar la realidad con la que queremos comparar nuestros enunciados, lo cual aniquila la concepción semántica de la verdad, aquella de Aristóteles. Tal comparación significaría aprehender el paradigma desde fuera de él, desde otro paradigma, con lo cual se modificaría a la vez nuestra noción de "realidad". En una palabra, el científico sólo dispone de la "realidad" como asunto ***interno*** a un paradigma y sólo en el período de ciencia normal correspondiente al mismo.

Es evidente que aquí Kuhn adopta una posición filosófica vinculada a la teoría del conocimiento y lo que ofrece, más que una ontología, es una tesis gnoseológica. Seguramente, si alguien le preguntara cuáles son sus creencias ontológicas, la respuesta sería: "Ninguna, es problema de la ciencia", y éste sería uno de los pocos momentos cientificistas en su postura. Cada comunidad científica, al constituir su paradigma, decidirá implícitamente cuál es su ontología. Si el "universo lleno" de Descartes fuera un paradigma y el "universo de átomos y vacío" de Dalton fuese otro, la ontología que corresponde a una ciencia normal regida por uno y otro serían muy distintas. Esto ocurrirá cada vez que se comparen dos paradigmas y un segundo salga triunfante con relación al primero. Ya, en este punto, se advierte la analogía entre la posición de Kuhn y la de Kant. Según hemos visto en el Capítulo 6, Kant sostenía que hay una realidad en la que existe el "objeto en sí" o "noúmeno" no accesible al conocimiento directo. Y la concordancia entre el pensamiento de Kuhn y el de Kant radicaría en suponer que, para la ciencia y la constitución del conocimiento, esta realidad está vedada y no cumple ningún papel interno a la ciencia misma. En la ciencia, para Kant, habría fenómenos que se agrupan, estructuran, esquematizan y clasifican como entidades u objetos gracias a nuestra facultad de entendimiento. Nuestro sistema de categorías permite, a partir de los fenómenos, constituir los objetos y la objetividad, de modo que la física sería una disciplina que es objetiva y estudia objetos, pero estos objetos son el resultado de un peculiar tratamiento que nuestro entendimiento imprime a los fenómenos. Por tanto, Kant cree en la ciencia objetiva, pero, al mismo tiempo, no da a esta ciencia la capacidad de informar sobre la realidad, sino sobre lo que nuestro entendimiento ha construido con los fenómenos. La diferencia con Kuhn es que Kant parece pensar que, para el género humano, el entendimiento y el sistema de categorías es algo constante, en tanto que Kuhn es más osado y piensa que en las revoluciones científicas ellos pueden alterarse y cambiar de modo radical.

Mencionábamos anteriormente el problema de la verdad. Decíamos, a propósito de Kuhn, que el concepto de verdad pierde en cierto modo su sentido tradicional, o bien se relativiza como algo interno concerniente a un paradigma. Si esto es así, la concordancia entre enunciados y hechos parece asunto interno entre lo que se dice y acontece dentro de un período determinado de ciencia normal, regido por un paradigma. La posición de Kuhn, en este sentido, se acerca mucho más a lo que los filósofos llaman ***coherentismo***, tesis ya mencionada según la cual la verdad es, más bien, asunto de coherencia entre distintos ingredientes de la construcción del conocimiento antes que la correspondencia entre lo que se dice y lo que realmente ocurre. Como se advierte, el concepto aristotélico de verdad se hace inútil o se relativi-

za, tragedia que le ocurre también a Kant porque no sería cuestión científica, por imposible, la de discutir sobre verdades y falsedades acerca de la realidad en razón de que el noúmeno es inaccesible. Sólo sería posible hablar de verdad en ciencia en relación con aquellos objetos que nuestro entendimiento y nuestros sistemas de esquematización categoriales han permitido construir.

̣Kuhn y el progreso científico

/lás alarmante todavía es la posición que el Kuhn "fuerte" tiene con respecto de la lea de *progreso.* Si hemos de aceptar las tesis kuhnianas anteriores, no parece que odamos concebir algo semejante al progreso, entendido como un acercamiento por proximaciones sucesivas a la realidad, noción que Kuhn, como hemos dicho, consiera irrelevante para la discusión científica. Kuhn no aceptaría la tesis de que nues-as teorías se corresponden cada vez con más exactitud y nitidez a la estructura de real; sólo aceptaría que el desarrollo de la ciencia es una secuencia histórica en la ıal, a través de revoluciones científicas, los paradigmas se sustituyen por otros "meres". Pero, ¿qué significará que un paradigma es "mejor" que otro? Kuhn parece eer que esta valoración surgiría de la comparación entre el éxito de la ciencia noral regida por un paradigma y el de la ciencia normal regida por el siguiente. Aquí "mayor éxito" de ésta se pondría en evidencia por su mayor eficacia en la resoluón de problemas, teóricos o prácticos. Por ejemplo, la cuestión astronómica planeria nunca pudo ser resuelta en el marco del paradigma geocéntrico, pero sí lo fue r Kepler cuando éste, a su modo, adoptó el paradigma heliocéntrico. Un paradiga sería entonces "mejor" que otro si la ciencia normal regida por él resuelve proemas que no eran resolubles en el marco del paradigma anterior.

El lector comprenderá que aquí se presenta otra dificultad muy seria. Si los paragmas son inconmensurables, ¿cómo sabremos que el nuevo paradigma resuelve *el smo problema* que el anterior no podía resolver? Si se afirma que Kepler resolvió problema planetario que Ptolomeo no pudo resolver, ¿significa esto que existe mara de concebir los problemas con independencia del paradigma en el que nos hanos? El autor de este libro reconoce que no ha logrado descrifrar enteramente la ución que Kuhn podría ofrecer a esta dificultad. Parece adoptar el punto de vista un filósofo pragmatista y suponer que hay modos de captar la eficacia de un insmento con cierta independencia de cuestiones conceptuales. No se necesitaría contuación alguna, por ejemplo, para decidir si un martillo es o no mejor que otro; es nto de práctica y se siente o experimenta la mayor o menor eficacia que resulta emplear un instrumento en lugar del otro. En tal sentido, se podría hablar de un to "progreso relativo" a medida que transcurren los paradigmas. Dicho sea de paun problema totalmente semejante se le presenta a la filosofía de Althusser. Tamo éste acepta que se pueda discutir neutralmente la bondad de una teoría desde a de ella, y a la pregunta acerca de cómo saber que una teoría es "mejor" que respondería que es posible experimentar una suerte de "efecto de conocimiento ıaturaleza práctica", una vivencia de que, al adoptar una teoría en lugar de otra, ráctica se desarrolla con mayor eficacia. De cualquier manera, creemos que éste es un punto un tanto oscuro en el pensamiento de Kuhn (y en el de Althusser) y que no es fácil compatibilizar la tesis de la inconmensurabilidad con la de la imposibilidad de concebir en términos absolutos el progreso del conocimiento.

En verdad que, si nos remitimos a la historia de la ciencia y, en particular, a la historia de la tecnología, veremos en el discurso de los historiadores una larga y clarísima descripción de cómo los medios técnicos y los procedimientos aconsejados por la ciencia para mejorar la técnica muestran un progreso, entendido como un aumento de eficacia y operatividad, pese a que a lo largo del tiempo los paradigmas se sustituyen unos a otros. Quizá Kuhn contestaría que esta "vivencia" de progreso radique en que cada nueva etapa de la ciencia normal o de la tecnología (aunque no esté claro que sus ideas se puedan aplicar a este último campo) nos ofrece una visión del mundo con la cual nos hallamos más cómodos y experimentamos el ser más eficaces que cuando adoptábamos la anterior. No creemos, sin embargo, que argumentaciones similares a ésta resuelvan por completo las dificultades que, a propósito del progreso científico, presentan las tesis de Kuhn y de Althusser.

En síntesis, Kuhn afirma que no se puede hablar de "progreso científico" en términos absolutos, es decir, como indicación de que la ciencia avanza en cierta dirección privilegiada hacia un mayor conocimiento del mundo. Los paradigmas se sustituyen unos a otros a través de la historia, pero no tiene sentido creer que cada uno de ellos supone una mayor aproximación a la "verdad". Metafóricamente hablando, el devenir de las ciencias normales y de los paradigmas sería azaroso al modo en que lo es el movimiento browniano. Y es pertinente aquí señalar la comparación que establece Kuhn entre su tesis del progreso relativo y la concepción clásica del progreso científico. Tanto Aristóteles como Darwin pensaban en términos evolucionistas, afirma Kuhn, pero Aristóteles adoptaba un modelo teleológico y finalista en tanto que Darwin no lo hacía. Las adaptaciones darwinistas permiten a los seres vivos "resolver un problema" que, en ese contexto y en ese momento de la evolución, afecta a su propia supervivencia. Si aconteciese una nueva Edad Glacial, los animales se adaptarían al hielo adquiriendo coloraciones blancas, pero ello no implicaría ningún "progreso absoluto" sino simplemente haber resuelto el problema que significaba ser detectados fácilmente por los predadores. Si luego desapareciesen los hielos, los animales enfrentarán un nuevo problema, tendrán que adaptarse nuevamente, modificar su color y así sucesivamente. La metáfora le sirve a Kuhn para señalar que cada revolución científica es, como en el caso darwiniano, una suerte de "adaptación" a dificultades que eran irresolubles en el paradigma anterior pero que ahora ya no lo son. Pero, así como la evolución darwiniana no tiene "dirección" ni "finalidad", tampoco el progreso relativo se dirige hacia algún fin absoluto. La marcha de la ciencia, en la visión que nos ofrecen Kuhn y muchos otros epistemólogos de las escuelas contemporáneas, se vería entonces afectada por acontecimientos que suceden, imprevista y accidentalmente, a medida que transcurre la historia.

Kuhn luego de 1962

Newton-Smith, en su ya mencionado libro *La racionalidad de la ciencia*, expresa una humorada a propósito de Kuhn: afirma que fue un revolucionario que devino socialdemócrata. Debido a la enorme cantidad de críticas y malentendidos que produjo su libro de 1962, fue alterando su posición original y el ámbito de interés de sus estudios. En la antología de Lakatos y Musgrave (1970) aparece un artículo de la epistemóloga Margaret Masterman sobre el concepto de "paradigma", en el que la autora señala la falta de constancia semántica de Kuhn en el empleo de esa palabra y recoge al menos veintidós sentidos distintos de la misma. Kuhn reconoció tal polisemia. Admitió que se le habían confundido varias nociones distintas, y ya en un *postscript* de 1969, incluido en una nueva edición de *La estructura de las revoluciones científicas*, hace ciertas distinciones entre diferentes significados de "paradigma". Finalmente, en su artículo "Segundas reflexiones sobre paradigmas", de 1974, expone modificaciones muy significativas de su pensamiento. Reconoce que ha empleado "paradigma" en al menos dos sentidos distintos, que pasa a llamar "matriz disciplinar" y "ejemplar". La primera sería un sistema de creencias y de aptitudes instrumentales compartidas por una comunidad científica; el segundo, un ejemplo paradigmático que sirve de guía, por imitación o inspiración, para la investigación concreta. Cuando el concepto de paradigma empieza a resquebrajarse de este modo, parte del atractivo que presentaba el análisis kuhniano de 1962 se pierde.

Kuhn reconoce finalmente que hay situaciones en las que la noción de paradigma, entendido como una especie de principio que determina el "estilo" de una investigación, no resulta del todo clara. Preguntémonos, por ejemplo, si el psicoanálisis constituye o no un paradigma. Para ello debemos decidir previamente si la comunidad psicoanalítica es una comunidad a su propio derecho o es parte de una comunidad más amplia, la psiquiátrica o la psicológica. Lo cual nos lleva a una pregunta anterior: "¿Qué es una comunidad científica?". Acostumbrados como estamos a pensar en diferentes disciplinas, parece natural creer que el conjunto de los químicos constituyen una comunidad y el de los físicos otra, pero nada hay menos cierto desde el punto de vista de la organización del conocimiento contemporáneo. Hay problemas de física muy distantes de los problemas que se plantea un químico; pero en muchos casos no es así, como lo demuestra la existencia de problemas comunes vinculados a la radiactividad, las órbitas electrónicas o las partículas nucleares, que físicos y químicos abordan utilizando una misma teoría fundamental, la mecánica cuántica. ¿No serían entonces la comunidad de los físicos y la de los químicos una y la misma, quizás extendida a lo largo de una suerte de espectro continuo? Y a propósito del estudio de las membranas celulares, por ejemplo, ¿dónde termina la química y comienza la biología? En tal sentido, definir una comunidad científica para decidir si ha llegado o no al estado de consenso y luego comprobar la existencia o no de un paradigma, no es cosa sencilla. El autor de este libro admite que no puede responder a la pregunta acerca de si los psicoanalistas pertenecen o no a una comunidad a su propio derecho. ¿Merecen o no este nombre los partidarios de Lacan, cuyas características culturales son tan peculiares? De hecho, abordan los problemas que preocupan a los psicoanalistas ortodoxos de un modo radicalmente diferente. Por otra parte, la Asociación Internacional Psicoanalítica todavía no ha llegado a una conclusión muy clara acerca de si los partidarios de Jung pueden o no ser llamados psicoanalistas y ser admitidos en esa institución. ¿Cuál sería entonces, en estas condiciones, el "paradigma psicoanalítico"? Aquel grupo minúsculo que se constituyó alrededor de Freud durante los primeros tiempos del psicoanálisis que hoy llamamos "ortodoxo", ¿compartía o no un auténtico paradigma? Las respuestas a estas preguntas son complejas, si no imposibles.

Consciente de estas dificultades, Kuhn modificó su posición inicial y afirmó que la noción de paradigma puede ser aplicada también a ciertos grupos con intereses comunes; el círculo de Freud, por tanto, habría compartido un paradigma, precisamente el "paradigma psicoanalítico". Pero al avanzar en esta dirección, el marcado interés sociológico que tenían las primitivas concepciones kuhnianas en buena medida desaparece, porque ahora se admite que cualquier grupo social, institución o club deportivo tiene su paradigma y aun podría ser posible hablar de "pequeños paradigmas" o "paradigmitas", indistinguibles de los "grandes paradigmas" de los que hablaba Kuhn en 1962. (En una de sus humoradas habituales, Feyerabend afirma que se podría aplicar la noción de paradigma al crimen organizado.) Cuando el sentido de la palabra "paradigma" se vuelve tan difuso, es a la vez difícil diferenciarlo del de otras palabras tales como "ideología" o "sistema de creencias compartidas" y por tanto las tesis de Kuhn pierden atractivo epistemológico y filosófico, aunque conserven cierto valor para la sociología de la ciencia. Quizá por ello Kuhn desplazó su interés inicial por los problemas de la ciencia normal a cuestiones tales como la clasificación y la formación de los conceptos, para cuyo análisis admite, curiosamente, ingredientes inductivistas. Es de hacer notar, además, que en sus trabajos más recientes adopta posiciones que sin lugar a dudas podrían ser catalogadas de racionalistas.

23

Epistemologías alternativas.

Tercera parte: las epistemologías de Lakatos y Feyerabend



Paul Feyerabend (1924), el "Salvador Dalí de la filosofía", quien no ha vacilado en atacar frontalmente a toda ortodoxia epistemológica. Luego de abandonar su posición inicial de popperiano disidente, adhirió a lo que ha llamado el "anarquismo metodológico", tesis expuesta, en particular, en su famoso libro Contra el método.

Lakatos

La trayectoria vital e intelectual del epistemólogo Imre Lakatos fue bastante pintoresca, ya que nació en Hungría, estudió filosofía con Georg Lukács y ejerció funciones administrativas y de investigador durante un período en el cual sostuvo las tesis oficialistas del régimen comunista. A principios de los años 50 estuvo en prisión y en 1956 huyó de su país y se doctoró en Cambridge. Proveniente del marxismo, se convirtió en un furioso antimarxista. (Esta clase de episodios no es infrecuente. Torquemada, por ejemplo, uno de los mayores persecutores de judíos de la historia, era un judío converso.) En tal sentido, Lakatos no perdió ocasión, en muchos de sus escritos, de formular terribles declaraciones acerca del dogmatismo del materialismo histórico y de los medios políticos de donde provenía originalmente. Se llamaba en realidad Samuel Lipsitz, pero adoptó el seudónimo que empleara durante su participación en la resistencia antinazi. ("Lakatos" significa *candado.*) En Berkeley sostuvo intensas discusiones con Feyerabend, cuyas ideas discutiremos en este mismo capítulo, a raíz de las cuales se desafiaron mutuamente a exponer por escrito sus puntos de vista. De allí surgió el libro más popular de Feyerabend, *Contra el método* (1975), a cuyos argumentos Lakatos no pudo replicar porque en 1974, inesperadamente, falleció.

En un comienzo, Lakatos fue discípulo de Popper y, a decir verdad, nunca dejó de considerarse como tal. Sin embargo, sus escritos manifiestan la extraña paradoja de comenzar apoyándose en ideas que atribuye a Popper para desarrollar, a continuación, tesis tales que el pensamiento popperiano parece quedar anulado por argumentos incontestables. Por ello, irónicamente, los popperianos han afirmado que muchas tesis que Lakatos adjudica a Popper no pertenecen a éste, sino a un imaginario filósofo llamado "Poppatos". Sea como fuere, Lakatos afirma que ha llevado las ideas popperianas a su forma más nítida y completa, lo cual, algunas veces, parece corresponder a la verdad, aunque injustamente Popper no le haya hecho el reconocimiento debido. Sin embargo, en ciertos puntos, la epistemología lakatosiana difiere en mucho de la que sostiene Popper, en particular cuando éste adhiere a la versión simple del método hipotético deductivo. En todo caso, la obra de Lakatos se relaciona con el método hipotético deductivo en versión compleja, que expusimos en los Capítulos 13 y 14, y que en realidad debe mucho a este epistemólogo.

La unidad de análisis de Lakatos es lo que llama un "programa de investigación", noción que tiene a la vez componentes sociológicos y lógicos, y que parece haberse originado en una conjunción de aspectos kuhnianos y popperianos. Su artículo más importante, "El falsacionismo y la metodología de los programas de investigación" fue publicado en 1970, en la ya citada antología *La crítica y el desarrollo del conocimiento científico*, y es por tanto posterior a la aparición del controvertido libro de Kuhn. Por ello, la irrupción epistemológica de Lakatos se produce cuando ya se hallaba en pleno auge el debate entre popperianos y kuhnianos.

La metodología de los programas de investigación

Un programa de investigación semeja, en cierto sentido, un contrato por el cual una comunidad científica (no toda ella, sino un grupo determinado) decide proceder, en sus investigaciones y en la exposición de las mismas, según un estilo y procedimientos particulares cuyas características describimos a continuación. En primer lugar, el programa se apoya en una *teoría* o en varias, que la comunidad científica se compromete a no alterar ni abandonar. De acuerdo con los términos del contrato, las hipótesis de esta teoría no se modificarán "cueste lo que cueste", lo cual implica ya una decisión bastante "fuerte" en cuanto al uso del método hipotético deductivo en versión compleja. Seguramente habrá inconvenientes con ella, pero se supone que se los podrá remediar, por ejemplo, introduciendo cambios en las hipótesis auxiliares o, incluso, discutiendo el carácter de la experiencia como fuente genuina de observaciones que merezcan ser tenidas en cuenta. La teorías centrales que los partidarios del programa están dispuestos a defender se denominan el "núcleo duro" (*hard core*) de tal programa, y es una especie de carozo del mismo que esos científicos están dispuestos, entusiasta y consensuadamente, a sostener a toda costa en tanto no se lo ıbandone. El núcleo duro esta rodeado por lo que se denomina un "cinturón de seguridad", conjunto de hipótesis auxiliares potenciales que se almacenan con el fin de ımplearlas toda vez que sea necesario, en ocasiones en que el núcleo duro sea víctima de una aparente refutación. En tal sentido, el cinturón protege de las refutacioıes a la teoría central del programa y permite que la investigación prosiga sin neceıidad de poner a aquélla en duda. Lakatos llama "heurística positiva" a la estrategia ıor la cual se inventan, de antemano, más y más hipótesis auxiliares protectoras del ıúcleo, y "heurística negativa" a la decisión metodológica de proteger la teoría central por medio de oportunas hipótesis de esa naturaleza.

Visto de esta manera, el desarrollo de un programa lakatosiano a lo largo de la istoria es como sigue. En primer término, una determinada comunidad científica ecide que ciertas teorías se transformen en el núcleo duro de su programa; luego, icha comunidad diseña un cinturón de seguridad y en él construye una heurística ositiva y una heurística negativa para desarrollar la investigación y subsanar evenıales inconvenientes con que la misma pudiese tropezar. Desde un punto de vista ıgico, se puede distinguir un estado inicial del programa caracterizado por la teoría (el núcleo duro) y su cinturón de seguridad A_1, constituido por las hipótesis auliares destinadas a proteger a T para poder llevar a cabo la investigación, estado ıe podríamos llamar $T + A_1$. En un momento determinado surgirán refutaciones u ros inconvenientes de distinta naturaleza, lo cual llevará a alterar las hipótesis auliares, es decir, a modificar el cinturón de seguridad. A partir de esta etapa, la teoı que se utiliza sigue siendo T, pero ahora el cinturón de seguridad será A_2 y el tado del programa será $T + A_2$, y así, a medida que surgen los inconvenientes, ndremos estados sucesivos $T + A_3$, $T + A_4$, etcétera.

Como se comprende, si el contrato de esa comunidad científica no se pone en da, el proceso puede proseguir indefinidamente, ya que no existe un término final ra semejante encadenamiento de etapas desde el punto de vista lógico. Lo que ocu-

rrirá, tarde o temprano, es que proseguir indefinidamente por este camino puede ser experimentado como una tarea estéril, con lo cual acontecerá una "situación de escándalo" que obligará a cambiar de programa, lo cual implica modificar el núcleo duro. Lakatos, curiosamente, describe el motor del cambio de programa desde una perspectiva diferente de la de Popper. Supone la ocurrencia de una situación competitiva en la que hay dos programas en disputa y entonces resulta que uno de ellos se muestra más eficaz para resolver problemas que el rival. Aquí no se presenta la dificultad kuhniana de que los problemas sólo pueden ser contemplados internamente dentro de cada paradigma, pues Lakatos, en este punto, se halla más cerca de la posición popperiana: acepta que hay un lenguaje ordinario con el cual nos comunicamos independientemente del programa elegido, y por tanto podemos discutir acerca de la conveniencia de escoger entre uno u otro. Dicho de otro modo, y pese a cierta indecisión que Lakatos muestra frente a este problema, los programas lakatosianos no son inconmensurables.

La cuestión de decidir entre programas de investigación se resuelve en la epistemología lakatosiana por consideraciones de eficacia y conveniencia. El programa más ventajoso en materia de descubrimientos y resolución de problemas es denominado por Lakatos "programa progresivo", mientras que el otro, menos eficaz, merece el mote de "regresivo" o "degenerado". Lo que ocurre es que, cuando un programa llega decididamente a un estado regresivo, gran parte de la comunidad "rompe el contrato" y adhiere a uno nuevo, vinculado a la defensa de un nuevo núcleo duro y a un nuevo programa. Lakatos insiste, sin embargo, en la posibilidad de que, en algunas de las peripecias de la historia científica, un programa regresivo se vuelva de pronto progresivo. Un ejemplo de ello es la aceptación del programa heliocéntrico por Copérnico, propuesto en la antigüedad por el astrónomo alejandrino Aristarco de Samos sin repercusión en aquel entonces.

Contemplado según este esquema, la comparación entre el sistema de Ptolomeo y el copernicano podría verse del siguiente modo. El programa ptolemaico tendría como núcleo duro la hipótesis geocéntrica. El cinturón de seguridad, cambiante con el tiempo, consistiría en una acumulación de hipótesis auxiliares destinadas a proteger al geocentrismo de la refutación (es decir, de las discrepancias entre predicciones y datos de observación); dichas hipótesis incluían la utilización de recursos geométricos tales como epiciclos, excéntricas y ecuantes, con lo cual se complicaba más y más la naturaleza del cinturón protector. De hecho, como ya lo hicimos notar, este programa no fue abandonado por refutación sino por "cansancio". En determinado momento, surge el heliocentrismo copernicano con un programa en que el núcleo duro es la teoría que ubica al Sol como centro del sistema planetario, programa que, con Galileo y Kepler se muestra progresivo pues resuelve más y más problemas. A la vez, el programa geocéntrico muestra su regresión, hasta el punto de que es abandonado gradualmente por los científicos a medida que éstos "rompen el contrato" geocéntrico. Es de hacer notar, en este ejemplo, que la teoría geocéntrica no desaparece del horizonte lógico, sino que, simplemente, pierde la adhesión de quienes se habían juramentado en sostenerla.

Es interesante la metáfora que ofrece Lakatos del modo en que se puede tercamente mantener una teoría o núcleo duro modificando hipótesis auxiliares indefinida-

mente. Su ejemplo imaginario está inspirado en el episodio, ya citado en capítulos anteriores, del descubrimiento del planeta Neptuno. Lakatos supone que un investigador solicita un subsidio a una institución científica para tratar de observar, con un telescopio determinado, cierto lugar del cielo en donde él cree, basado en sus teorías, que se hallará un nuevo planeta. Se le otorga el subsidio, pero el investigador no consigue detectar con el telescopio semejante astro. ¿Abandona entonces el investigador la teoría que le ha permitido predecir la existencia del nuevo planeta? Nada de eso. Persiste en su programa de investigación, mantiene su teoría y modifica el cinturón de seguridad afirmando que una nube de polvo cósmico impide la observación del planeta. Propone entonces el envío de un satélite provisto de un potente telescopio para detectar el nuevo astro desde una posición tal que la nube no obstaculice la visión. Para ello solicita un nuevo subsidio, que le es otorgado, pero la misión espacial no registra la existencia del planeta. Tercamente, el investigador decide proteger su teoría y conjetura la existencia de un campo magnético que perturba el funcionamiento de los instrumentos de la nave. Pide entonces un tercer subsidio destinado a enviar un nuevo satélite, esta vez con instrumental protegido de los efectos magnéticos. Pero tampoco ahora se observa el hipotético planeta. Como concluye irónicamente Lakatos, "o se propone otra ingeniosa hipótesis auxiliar o se entierra toda la historia en los polvorientos volúmenes de las revistas y nunca más se la menciona de nuevo". En realidad, el proceso podría haber proseguido indefinidamente, pero es evidente que el programa de nuestro investigador mostró ser regresivo con relación al programa tradicional, de cuyas teorías e hipótesis auxiliares se infiere que no puede haber nuevos planetas (al menos de gran tamaño) en el sistema solar.

Se entienden entonces las dos denominaciones que emplea Lakatos para referirse a las formas de emplear el método hipotético deductivo. Cuando habla de *refutacionismo ingenuo* se refiere al empleo del método hipotético deductivo en versión simple, pero su *refutacionismo sofisticado* supone la utilización del método en versión compleja, analizado en detalle en los Capítulos 13 y 14, en el desarrollo de un programa de investigación, es decir, la conjunción un núcleo duro, el cinturón de seguridad con sus hipótesis auxiliares y las heurísticas positiva y negativa.

Lakatos entre Kuhn y Popper

Lakatos reconoce que es habitual el cambio de hipótesis auxiliares y la decisión de proteger el núcleo duro, pero también admite que éste podría ser modificado por refutaciones originadas en la experiencia. En algunos pasajes parece coincidir con Kuhn en cuanto a que la experiencia no es absoluta y depende del marco teórico en el que nos hallemos ubicados, aunque Kuhn hablaría aquí de dependencia de la observación con relación al paradigma. *Prima facie*, se podría pensar que una observación, conceptuada como tal en el marco de una teoría determinada, no refutaría la teoría, afirmación que ha sido realizada muchas veces para indicar que la refutación no tiene la "fuerza" que le asignan los partidarios de la concepción *standard* del método. Pero no es tan así. Lakatos piensa, y creemos que con acierto, que un fenómeno conceptuado de cierto modo según el núcleo duro que orienta la investigación

puede refutar otras hipótesis del núcleo a través de consecuencias que se deriven de ellas. (Recuerde el lector que el núcleo duro no tiene por qué estar constituido por una única teoría, ya que es posible que esté integrado por más de una.) De modo que, aunque a veces Lakatos parece recaer en la concepción coherentista de la verdad que sostiene Kuhn, es necesario señalar que en su metodología la observación desempeña un papel importante para el desarrollo de un programa. Si un programa se vuelve regresivo, será en parte debido a que ciertas observaciones han mostrado la inoperancia del mismo, en el sentido de que las contradicciones entre teoría y observación no se pueden superar ni aun empleando las más sofisticadas hipótesis auxiliares.

Esta descripción de Lakatos no tiene las pretensiones filosóficas kuhnianas acerca del comportamiento de la comunidad científica, de la naturaleza de la realidad y del carácter totalizador, holístico e inevitable de los paradigmas. En cierto modo, Lakatos vuelve a la posición de Popper, que privilegia el papel de la lógica y de la experiencia en el método científico, y explica la actividad científica sobre la base de tomar como unidad de análisis el programa de investigación con sus teorías, el núcleo duro, las operaciones de contrastación, la formulación de hipótesis auxiliares, etcétera, que en suma desempeñan en su metodología el mismo papel que les otorgaba el método hipotético deductivo en versión compleja. Sin embargo, tal descripción parecería señalar un hecho epistemológico que es, en cierto modo, una mezcla de componentes sociológicos a la Kuhn y de componentes lógico-empíricos a la Popper. Aunque la noción de "núcleo duro" es menos totalizadora y ceñida que la de "paradigma", la manera en que Lakatos describe el comportamiento de la comunidad científica le debe mucho a Kuhn: ésta formula un compromiso contractual, adopta un núcleo y desarrolla el programa a partir de la terca admisión de que aquél es inviolable; luego se asiste a la competencia entre programas progresivos y regresivos, etcétera. En cambio Lakatos utiliza ideas popperianas cuando acepta que la investigación científica se lleva a cabo por medio de teorías, que precisamente la orientan, hasta que los inconvenientes nos obligan a modificarlas y cambiar el núcleo duro. Lakatos acepta como una práctica habitual la utilización de hipótesis auxiliares para proteger al núcleo duro, al modo en que lo propone la versión compleja del método hipotético deductivo, y también que la refutación es un elemento peculiar del "cambio interno" del programa que, como ya señalamos, afecta al cinturón de seguridad destinado a proteger a las teorías centrales del programa.

El racionalismo lakatosiano

Indudablemente, la posición de Lakatos es racionalista. Hay sin embargo un aspecto en su epistemología que la acerca a la de Kuhn, pues Lakatos, a diferencia de Popper, cree que la razón por la cual se cambia un programa por otro no parece estar relacionada de manera directa con refutaciones, razonamientos y demás cuestiones argumentativas, sino, más bien, con cuestiones de eficacia, de capacidad de producción de conocimiento y otros tópicos de naturaleza un tanto más vaga. Pese a ello, Lakatos afirma que en el lenguaje ordinario se puede argumentar acerca de

programas alternativos. Dicho de otro modo, es posible analizarlos "desde afuera" y os partidarios de uno u otro no se hallan incomunicados para discutir las ventajas y desventajas de permanecer en un programa o de abandonarlo. El racionalismo de Lakatos se pone de manifiesto por cuanto piensa que se puede examinar críticamente cuál ha sido el éxito o el fracaso de un programa, qué modificaciones se podrían realizar en él e incluso en qué momento es necesario abandonarlo y optar por un programa alternativo. Rechaza por tanto, como ya hemos señalado, la tesis de la inconmensurabilidad. Cierto es, sin embargo, que no logra indicar con claridad cuáles han de ser los "criterios racionales" que permitan tomar la decisión de abandonar un programa, lo cual le ha valido críticas de otros epistemólogos.

Es interesente señalar que, pese a las descripciones que ha ofrecido Kuhn, no e puede afirmar rotundamente que él niegue por completo la existencia de tales riterios, y en sus últimos escritos parece reconocerlo explícitamente. De cualquier manera, el cambio kuhniano de paradigma tiene un carácter totalizador y revolucionario que no se advierte en Lakatos cuando éste se refiere a la sustitución de un programa de investigación por otro. No hay aquí nada semejante a una "conversión religiosa". El cambio es racional, pautado y continuo, y supone la adopción de un programa con carácter de "nuevo contrato" entre los miembros de una comunidad científica en detrimento de todos los demás programas disponibles en cierto momento de la historia. No se trata entonces de un salto holístico, sino de una decisión tomada luego de realizado lo que en política se llama un "cuadro de situación", un análisis que permite delinear cuál ha de ser la estrategia más conveniente a seguir en el futuro.

istoria interna e historia externa

anto para Lakatos como para Kuhn, la historia de la ciencia tiene un valor especial ra el epistemólogo, ya que ambos reconocen que lo acontecido en el pasado es na suerte de "base empírica" que corrobora o refuta lo que se afirma acerca del odo de proceder de los grupos científicos. En tal sentido, y a diferencia de la popperiana, la epistemología de Lakatos tiene un carácter más descriptivo que normati-, lo cual le agrega un nuevo aspecto kuhniano. Por otra parte, Lakatos propone na peculiar manera de concebir a la historia de la ciencia para realizar la tarea istemológica, basada en su distinción entre lo que llama historia *interna* e histo- *externa* de la ciencia.

La "historia interna" de una disciplina o de una teoría científica incluye aquellas riables que se declaran pertinentes para el análisis de las cuestiones metodológicas nculadas, por ejemplo, a un cambio de teoría en un momento determinado. El reltado inesperado de la experiencia de Michelson sería exclusivamente cuestión de storia interna. Pero hay otros factores que no provienen del mundo específico de la ncia y que, sin embargo, pueden promover o impedir el cambio de teoría, a los e Lakatos incluye en lo que llama "historia externa". A este ámbito pertenecerían, caso, las ideologías, los prejuicios y en general ciertos factores culturales, económicos y sociales. Cuando se intenta reconstruir la historia de la ciencia y observar, realmente, cuáles fueron los factores y consideraciones que obligaron a un cambio de programa o de teoría, el relator tiene que distinguir entre ambos tipos de historia, porque las que corresponden a la historia externa no son pertinentes como base empírica de la epistemología. Lakatos piensa que nada tienen que ver las modas, las ideologías, los prejuicios o las visiones del mundo que impidieron la aceptación de una nueva teoría en cierto momento histórico con las consideraciones epistemológicas a favor o en contra de sus cualidades o defectos.

Un interesante caso al respecto, citado por Newton-Smith, lo constituye las dificultades que encontró la teoría ondulatoria de la luz tal como el físico inglés Thomas Young la propuso a principios del siglo XIX. Young era un expositor muy mediocre y confuso. Tenía además muchos enemigos personales, que dirigieron una campaña difamatoria a través de un periódico basada en cuestiones vinculadas a su vida privada. También es necesario tener en cuenta la idolatría del ambiente académico por Newton, un héroe nacional, quien en su época había rechazado la explicación ondulatoria de la luz. De hecho, la obra de Young sólo fue reconocida y aceptada en el continente, en particular por los físicos franceses Arago y Fresnel. En casos como éste, Lakatos diría que la resistencia a adoptar en Inglaterra la teoría de Young no indica un defecto epistemológico de la misma, sino que debe ser explicada por causas externas. Muy diferente fue el caso de ciertos rechazos de la teoría psicoanalítica, porque allí, de acuerdo con las características internas del método científico (se lo entienda al modo inductivo o hipotético deductivo), se presentaban dificultades relacionadas con la recolección de datos y por tanto con la contrastación.

La distinción de Lakatos entre ambos tipos de historia de la ciencia es interesante, pero ofrece ciertas dificultades. ¿Quién decide cuáles son los factores externos y cuáles los internos? Curiosamente, tal decisión puede depender de prejuicios epistemológicos. Un hipotético deductivista diría que la Revolución Industrial no tuvo ninguna incidencia epistemológica sobre la aceptación de la teoría newtoniana en el siglo XVIII; sencillamente, agregaría, fue una circunstancia sociológica que pertenece a la historia externa de la ciencia. Por el contrario, un marxista afirmaría que los intereses económicos de una sociedad y la influencia que la tecnología ejerce sobre ella son factores que pertenecen a la historia interna de la ciencia. Esto plantea una suerte de círculo vicioso en la epistemología lakatosiana: para que la historia se transforme en base empírica de la epistemología sólo deben tenerse en cuenta los factores internos, pero la discriminación entre "interno" y "externo" parece presuponer una epistemología previamente aceptada. La afirmación de Lakatos de que la ciencia es la base empírica de la epistemología no es tan clara entonces como parece (tampoco lo es la correspondiente afirmación de Kuhn), y ello daría razón a la tradición popperiana según la cual los factores pertinentes en cuestiones epistemológicas tienen una estrecha conexión con el dominio de la lógica y son de carácter normativo.

Se le ha criticado a Lakatos el empleo de los términos "interno" y "externo" en un sentido un tanto distinto del que le asignan los historiadores. Kuhn, por ejemplo, señala que la "historia interna" en sentido lakatosiano debería ser llamada "historia construida con los elementos racionales de una ciencia", o simplemente "historia racional". En efecto, la visión de la historia de la ciencia que ofrece Lakatos tiene un

fuerte carácter interpretativo y semeja lo que Carnap llamaba una "reconstrucción racional" de la historia. El peligro que entrañaría la nomenclatura de Lakatos sería, de acuerdo con los críticos antes mencionados, suponer que la historia de la ciencia debe ser construida con un criterio previo de racionalidad, actividad filosófica bien diferente de la que realizan los historiadores cuando tratan de poner en evidencia las complejidades de la historia factual. Cabe mencionar también que en la idea lakatosiana de "historia interna" hay un acentuado componente normativo, lo cual obliga a reconocer que esta epistemología no es meramente descriptiva como afirmábamos anteriormente.

Feyerabend

El espectro de las opiniones epistemológicas actuales es muy extenso, pero debemos referirnos en particular a la obra de Paul Feyerabend especialmente en virtud le la amplia difusión que han tenido sus ideas entre ciertos sectores culturales. En ın sentido distinto del de Kuhn, Feyerabend acabó constituyendo en el ámbito de a filosofía de la ciencia una posición tan extrema y opuesta a las que se han discuido en este libro que merecen el apelativo, por él empleado, de "anarquismo metológico". Cabe destacar que en un principio Feyerabend comenzó siendo también, omo Lakatos, una suerte de popperiano disidente e inquieto por los problemas epis-əmológicos que plantea la física moderna, y por ello conviene dividir la evolución e su pensamiento en dos etapas. La primera es aquella en que se lo puede ubicar omo un crítico original de las tradiciones surgidas del rígido empirismo del Círcu-) de Viena, de las tesis hipotético deductivistas o de la teoría hempeliana de la exlicación científica. La segunda, en la que drásticamente acepta su "anarquismo me-)dológico", está ligada al ya citado texto *Contra el método*, de 1975, que iba a forıar parte de una polémica sistemática con Lakatos. Este libro es terminante y pro-)cativo, quizá porque fue concebido como una suerte de polémico "texto de bataa" no sólo para discutir sino también para irritar al contendor, de lo cual se podría ıferir que fue a causa de él que Lakatos se murió. De allí que en él Feyerabend əve a la forma más extrema y paradójica sus tesis metodológicas y epistemológiıs. En un libro posterior, *La ciencia en una sociedad libre* (1978), persistió en sus ·íticas, ya no contra la metodología científica tradicional, sino también contra la encia misma y la comunidad científica por entero.

əyerabend 1: el popperiano disidente

primer Feyerabend critica la manera tradicional de diseñar el método hipotético :ductivo y la noción de teoría tal como Popper la ofrece y, también, en algún senlo, la objetividad popperiana de la base empírica. Feyerabend acepta, y en esto ncordaría con Popper, que el desarrollo científico está ligado a la noción de teoı y a la aparición en la historia de la ciencia de un encadenamiento de teorías en que algunas suceden a otras por ser más adecuadas. Sin embargo, propone una

alteración al método hipotético deductivo: en lugar de implementar para cada teoría un proceso de contrastación continua, que puede acabar inesperadamente en una refutación o proseguir sin límites en un encadenamiento infinito de corroboraciones sucesivas, Feyerabend propone su puesta a prueba por *competencia*. Frente a una nueva teoría, o a una vieja teoría sometida a crítica, lo que se debe hacer en primera instancia es enumerar todas las teorías alternativas que en principio pudieran explicar los mismos fenómenos problemáticos. Siguiendo el modo de pensar de Feyerabend, ante una teoría recién llegada como la de la relatividad especial, lo que se debería haber hecho en su momento es poner en evidencia, explícitamente, todas las teorías alternativas que pudieran ser diseñadas para explicar episodios "extraños" tales como el resultado de la experiencia de Michelson. Y entonces, frente a un espectro de teorías en competencia, establecer si, con relación a la teoría de la relatividad, las otras ofrecen o no mejores explicaciones y predicciones, y aun si son o no más eficaces en un sentido práctico y tecnológico. Si de la competencia surgiese que algunas de las alternativas son más adecuadas que la propuesta, ésta no adquiriría su carta de ciudadanía científica. En caso contrario, dada la notable ventaja expuesta por la nueva teoría en aspectos explicativos, predictivos y prácticos frente a las alternativas, se justificaría de un modo racional la persistencia en su empleo. Esta idea de competencia entre teorías, según Feyerabend, supone un criterio de justificación mucho más amplio y rico que el mero análisis de una teoría aislada y su comparación constante con la realidad. Sin duda hay un mérito en ella: evita que, al trabajar con una sola teoría en virtud de su éxito explicativo y predictivo, quedemos anclados en una descripción unilateral y algo sesgada de la realidad, lo cual nos impediría advertir las ventajas conceptuales y prácticas de analizar los hechos desde otro punto de vista.

La segunda contribución de este primer Feyerabend es haber insistido, como también lo hicieron Kuhn y otros epistemólogos a su manera, en que no existen datos empíricos independientes de las teorías científicas, de modo que, desde su óptica, la experiencia depende internamente de la teoría misma. De la constitución de lo que tomamos como base empírica es responsable la teoría, puesto que las hipótesis y el arsenal conceptual vinculado a ella provocan una división del continuo de la experiencia, cuestión que ya mencionamos al exponer las ideas de Kuhn. Aquí nos encontramos, según nuestra opinión, con dificultades similares a la que presenta la posición kuhniana. Por un lado, la confusión entre: a) el reconocimiento de que la constitución de un dato empírico siempre presupone teorías, con b) la afirmación de que la base empírica se constituye con la teoría que contrastamos con ella. Hemos dicho reiteradamente que, si se desea poner a prueba una teoría T mediante datos de la base empírica E, tal base empírica E presupone una base empírica epistemológica y una serie de ampliaciones de ésta, las sucesivas bases empíricas metodológicas, constituidas por medio de las teorías presupuestas en el análisis de la recién llegada teoría T. (Véase el Capítulo 2.) Pero estos datos con los cuales se contrastará la teoría T no presuponen la propia teoría T; se trata, en cambio, de comparar la teoría T con todo lo que, como resultado de la interacción entre teoría y experiencia, ha sucedido anteriormente. No hay aquí nada parecido a un círculo vicioso o a una situación puramente interna que contrastaría la teoría T con datos

constituidos a partir de ella misma. En el Capítulo 20 hemos discutido este punto en detalle y a él remitimos al lector.

Mayores dificultades aún presenta un aspecto semántico del pensamiento del primer Feyerabend. Él piensa que el vocabulario de una teoría científica adquiere su sentido por las relaciones mutuas entre las nociones con las que se constituye el lenguaje de aquélla. Dicho de otra manera, cada teoría emplea un vocabulario propio y el sentido de este vocabulario aparece definido o constituido por las relaciones entre los términos empleados impuestos por las propias hipótesis de la teoría. Ya señalamos que ello podría ser así en relación con los términos teóricos y en conexión con lo que se afirma acerca de entidades no observables. Pero ocurre que Feyerabend adopta en este punto una posición un tanto holista. También supone que todas las palabras, no solamente las teóricas sino además las del vocabulario empírico, adquieren sus propiedades semánticas por la estructura interna de la teoría tal como las imponen sus hipótesis fundamentales. En este sentido, suponer que cada teoría constituye su propia base empírica se traduciría ahora, en virtud del punto de vista semántico asumido por Feyerabend, en la afirmación de que todo lo que se dice acerca de la experiencia dentro de una teoría sólo tiene sentido en relación con ésta. Pero si esto es así, ¿cómo es que pueden ser comparadas las teorías? ¿Cómo haremos para seguir su consejo, ya mencionado, de que es necesario poner las teorías en competencia, comparar teorías alternativas y decidir acerca de sus méritos? Esto no sería posible. Lo que se propone con esta metodología es comparar el poder predictivo de una teoría utilizando la base empírica de otra, tal como competitivamente la establece y la usa para sus propios propósitos de predicción y explicación. Sin embargo, esto no se puede implementar, pues, si tenemos que estimar la capacidad explicativa y predictiva de una teoría propuesta T para saber si es más ventajosa o no que una teoría alternativa T', nos hallaremos ante la dificultad de que T' propone términos para entender la experiencia con un sentido muy distinto de los términos propuestos por T, y entonces acontecería un fenómeno muy similar al de la inconmensurabilidad que ya discutimos a propósito de las ideas de Kuhn. Feyerabend acepta esta tesis kuhniana y no se comprende entonces cómo es posible que teorías alternativas se pongan en competencia y que podamos declarar cuáles son más adecuadas.

Parece haber aquí una contradicción en la metodología de Feyerabend que no es fácil resolver. Digamos, sin embargo, sin proponer alternativa alguna para superar este desaguisado, que la idea de Feyerabend tiene un lado atractivo, que podríamos reconstruir en términos un tanto distintos de los que él emplearía. Reconozcamos la posibilidad, frente a una nueva teoría T, de contar con una base empírica "neutral", o "relativamente neutral", para proceder a la estrategia hipotético deductiva en versión compleja. Sugiere Feyerabend que, si se proponen una o más teorías alternativas a una teoría dada, estamos en condiciones de detectar una parte de la experiencia que antes no habíamos advertido y, de tal manera, ocurriría que, con una base empírica más amplia descubierta o planteada por las teorías alternativas, dispondríamos de medios de contrastación para la primera teoría que, quizá, solamente con ella, no tendríamos a nuestra disposición. *La competencia se traduciría en que la base empírica empleada para la operación de contrastar se ampliaría, porque quedaría develada con los recursos de las teorías alternativas.* Cómo plantear esto en

términos más precisos es un problema que no vamos a tratar de resolver en este libro.

No es improcedente señalar que el holismo de Feyerabend presenta, como todas las formas de holismo y tal como fuera indicado oportunamente por el filósofo argentino Raúl Orayen, grandes dificultades desde un punto de vista lógico. Supongamos, por ejemplo, que formulásemos una teoría T constituida por una sola hipótesis de partida, H, como es el caso del principio de biogénesis de Pasteur. ¿Qué ocurre si se niega tal teoría? Se asumirá una posición contraria a la primera teoría y, en lugar de la única hipótesis H que constituye la teoría T, se formulará la nueva teoría T' cuya única hipótesis es *no–H*. Pero T', por ser una teoría distinta de T, se constituye en un fenómeno holístico diferente, desde un punto de vista semántico, del representado por T. Los conceptos, las palabras o términos que estamos empleando, aunque parecen ser los mismos luego del acto de negación, se transformarán en términos con sentido nuevo, resultante del hecho de que tenemos otra hipótesis de partida y, por tanto, de que se han modificado las relaciones semánticas. Esto llevaría a una extraña paradoja, común a todas las posiciones holísticas: cuando se niega una hipótesis fundamental ya no se habla de lo mismo, es decir, hemos cambiado de tema. Desde luego, no estamos ante una situación lógica de contradicción. No es que sea imposible sostener semejante punto de vista lógico, pero la idea de que no existe, desde la perspectiva epistemológica, una genuina operación de negación, parece tan excéntrica y estrafalaria que dudamos de que ningún epistemólogo serio pueda, realmente, adoptarla con toda solemnidad. En síntesis, hay en las posiciones del primer Feyerabend algo así como una contradicción entre aspectos positivos, como la idea de competencia entre teorías, con otros negativos, como este último que acabamos de comentar.

Feyerabend 2: el anarquista metodológico

Para el segundo Feyerabend, la clave del método científico y de la teoría del conocimiento en general reside en que, frente a todo conjunto de proposiciones admitidas momentáneamente como cuerpo de conocimiento, el primer paso metodológico a seguir es ***negarlas.*** Esta especie de recurso dialéctico, que Feyerabend parece haber tomado de Hegel, se fundamentaría en la convicción de que, como toda teoría resulta a la larga parcial o totalmente equivocada y no refleja la realidad, es conveniente negarla en virtud de que así se nos ofrecerían vías diferentes y enriquecedoras de pensamiento y de conceptuación. (El lector podrá reconocer aquí que el punto de partida del argumento es similar al que Newton-Smith llama la "inducción pesimista", mencionado en el Capítulo 9.) El anarquismo metodológico de Feyerabend toma entonces la siguiente forma: en ningún momento deberíamos pensar, frente a una teoría o a un cuerpo de conocimientos, que estamos realmente en el camino de la verdad ni que ellos tengan relación con el problema inicial que se planteaba en este libro, es decir, el develar la naturaleza del conocimiento científico. Puesto que en materia metodológica han fracasado todos los intentos de ceñir los procedimientos de la ciencia a un molde conceptual preciso y definido, todo proceder es adecuado en asuntos científicos, y por ello Feyerabend afirma: *anything goes* (todo vale).

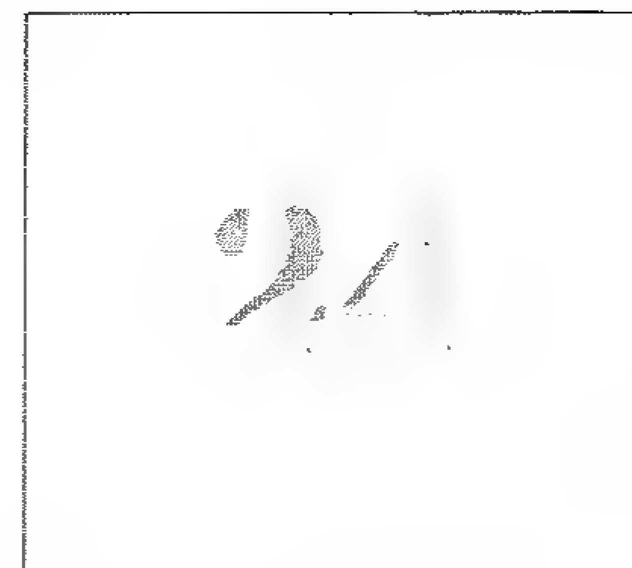
Esta posición un tanto nihilista de Feyerabend se agrava más aún cuando subraya que las teorías y los cuerpos de conocimientos son, en el fondo, nada más que la expresión de una de las tantas comunidades presentes en la sociedad, la comunidad científica. Con resonancias de Nietzsche, Feyerabend entiende como reivindicaciones en favor de la democracia y de la libertad el señalar que la comunidad científica es "una más" de las tantas, cada una identificada por sus sistemas de valores, por su práctica y por su modo particular de insertarse en la sociedad. Aquí Feyerabend pone el énfasis en aspectos de la actividad científica que considera negativos y que, a su juicio, provienen del equívoco *status* que la sociedad actual ha otorgado a la ciencia. No sólo le atribuye a ésta el haber producido instrumentos que al ser aplicados a la tecnología han llevado a usos alarmantes y perjudiciales para la especie humana, sino también el haber desarrollado entre los científicos el propósito oculto de conservar beneficios económicos ligados a su prestigio. La comunidad científica, mediante tácticas oportunistas, ha logrado enormes ventajas en lo que respecta, por ejemplo, a la distribución de presupuestos. Si fuésemos pluralistas y respetuosos de todas las opiniones y puntos de vista, no habría según Feyerabend razón alguna para negar la posibilidad de defender sus creencias, sus puntos de vista, sus valoraciones y sus expectativas gnoseológicas a otras comunidades distintas de la científica: la de los astrólogos, de los magos, de los curanderos o de los herboristas de Bach. Si la sociedad otorga un privilegio a la comunidad científica en materia de prestigio y presupuesto es a partir de la suposición de que ella produce un tipo de conocimiento que las demás comunidades no garantizan, y esto es lo que Feyerabend pone en duda. En cuanto a los "beneficios sociales" de la ciencia, sostiene, como ya lo señalamos, que las tecnologías contemporáneas han sido utilizadas prioritariamente para crear focos de belicismo y para ampliar la coerción social. En una sociedad libre a la Feyerabend, se pondría coto a las investigaciones científicas (lo cual supondría una liberación) y se redistribuirían los recursos nacionales para que magos, mentalistas, médicos alternativos y otros ciudadanos pudiesen tener su oportunidad gnoseológica y práctica. Como el lector puede advertir, queda plenamente justificado el título de un artículo publicado recientemente por la revista *Scientific American*, que hace referencia a Feyerabend llamándolo "el peor enemigo de la ciencia" o bien "el Salvador Dalí de la filosofía".

En opinión del autor de este libro, quien en modo alguno admitirá que el tipo de conocimiento y de aplicación tecnológica de la ciencia sea comparable al que producen las comunidades no científicas, las argumentaciones de Feyerabend parecen constituir algo semejante a lo que el matemático argentino Carlos Domingo denominaba "demostraciones por el ridículo". No obstante, posiciones como las de Feyerabend y otras similares tienen mucho arraigo en ciertos sectores intelectuales de la sociedad actual; se integran, con otras tesis, al núcleo del posmodernismo, una visión que constituye, a nuestro entender, uno de los focos patológicos de la cultura contemporánea.

Pese a lo que hemos afirmado, no podemos menos que reconocer con ecuanimidad (y ello también se aplica al pensamiento del epistemólogo francés Gastón Bachelard, de quien nos ocuparemos brevemente en el siguiente capítulo) que la negación como factor del conocimiento científico presenta aspectos enriquecedores. En

cierto modo, la tesis de la refutabilidad sostenida por Popper privilegia una estrategia de oposición a una teoría, frente a la de corroboración continua, a la que se juzga conveniente para desenmascarar el error y estimar el verdadero valor de un cuerpo de conocimientos. Se trataría de una suerte de extensión, como ejercicio metodológico, del principio de la "duda metódica" de Descartes. Después de todo, más allá de algunas continuidades que ha mostrado la historia de la ciencia, ésta se nos presenta como una sucesión de etapas en las que muchos de los conocimientos y visiones del mundo propuestos fueron luego negados y abandonados drásticamente por otros diferentes.

En cierto sentido, lo que hemos señalado en el Capítulo 17 a propósito del monismo ontológico y del dualismo metodológico de Freud podría traducirse ahora en una posición, avalada por el autor de este libro, que combina un "dogmatismo ontológico" con un "escepticismo metodológico". El dogmatismo ontológico es la tesis según la cual hay una realidad cuyo comportamiento puede ser alcanzado por el conocimiento humano. Éste reflejaría, por el empleo de ciertos sistemas categoriales, mediante leyes y teorías científicas adecuadas, las características de tal realidad. Ese presupuesto un tanto dogmático expresa el convencimiento de que la ciencia posee, a través de su rosario de métodos y estrategias, no sólo la capacidad de alcanzar lo que llamamos "conocimiento" sino también de acrecentarlo, ya sea por el abandono del error como a través de teorías que, aunque perfectibles, reflejan etapas del conocimiento que no son enteramente irreversibles. (Piénsese, como ejemplo de esta última afirmación, en la teoría atómica: si bien ésta experimentó notables cambios desde la época de Dalton, hoy no parece posible "dar vuelta atrás", negarla y afirmar la tesis de la continuidad de la materia.) Este dogmatismo ontológico se completaría con un escepticismo metodológico, un arma sistemática que actuaría a modo de control de nuestras teorías y aun de nuestra visión del mundo: ¿qué sucedería si, ante las propuestas habitualmente aceptadas, las negásemos y extrajésemos de tal negación sus consecuencias? (Aquí cabe recordar los resultados de esta estrategia a propósito de las geometrías no euclideanas.) Lo que Feyerabend no parece indicar con claridad es que, como resultado de este procedimiento, en determinados momentos tendremos que admitir que la negación hecha a modo de prueba no ha conducido a resultados satisfactorios y que es momento de volver a admitir aquello que ha sido negado. La negación metódica no significa haber probado la tesis contraria a aquella que estamos negando. En tal sentido, el escepticismo metodológico es, curiosamente, una defensa en contra del dogmatismo, una precaución que debemos tomar para que el hecho de adoptar una teoría o un sistema de creencias no nos haga olvidar que si así hemos procedido es porque su negación, hasta el momento, no nos ha proporcionado nada mejor.



Epistemologías alternativas.
Cuarta parte: consideraciones sobre Bachelard, Althusser y Piaget

El psicólogo suizo Jean Piaget (1896-1980) ha sido el autor de un complejo sistema de pensamiento epistemológico, la "epistemología genética", de innegable valor para la comprensión de los procesos cognoscitivos en el individuo y en la historia. Su obra constituye uno de los aportes más significativos y polémicos para la discusión epistemológica actual.



Bachelard

No se puede caracterizar a Gastón Bachelard (1884-1962) como un epistemólogo sistemático, sino como alguien que podría ser denominado, metafóricamente, un epistemólogo "de taller". Fue un hombre de amplia cultura, y estuvo en contacto con el Círculo de Viena, con Popper y los popperianos, y también con filósofos y epistemólogos franceses de muy distinta posición. Lo que se advierte en él es la inquietud, un tanto experimental, de enfocar con total libertad y gran riqueza creativa todos aquellos problemas que cada disciplina sugiere acerca de la naturaleza de la ciencia.

Se pueden reconocer en Bachelard ciertas tesis que luego habrían de ser retomadas por el segundo Feyerabend. En libros como *La formación del espíritu científico*, sostiene que no hay prácticamente afirmación o procedimiento precientíficos o científicos aceptados que no convengan ser tratados como una suerte de prejuicio, porque de otro modo coartaríamos el avance de la ciencia. De manera que, si aceptáramos por ejemplo el método inductivo, llegaríamos, en algunos casos, a no advertir la naturaleza de las excepciones y la necesidad de rehacer teóricamente el equipo estructural con el cual queremos comprender las cosas. Pero lo propio sería aplicable al caso en que nos decidiéramos a emplear el método hipotético deductivo y los métodos modelísticos, con su exagerada confianza en la experiencia. No está muy claro, finalmente, qué quedaría en pie si se llevasen a cabo estas recomendaciones de Bachelard, salvo la realidad histórica de la actividad científica misma y la risa escéptica de quienes, frente a lo que ocurre en la materia, exclaman: "¡Qué interesante! ¿Y qué pasaría si no fuese así y pensásemos todo de otro modo?". En tal sentido, Bachelard semeja una especie de hermano ideológico de Feyerabend, pero amable y cortés, en tanto que éste se nos antoja un amargado irritable a quien nada le cae bien. Sin embargo, como ya señalamos en el capítulo anterior, conviene tener en cuenta una posible visión positiva de la negación como recurso a ser empleado, con las debidas precauciones, en el proceso de obtención del conocimiento.

Sin declararlo en forma demasiado explícita, Bachelard muestra afinidades con el pensamiento hegeliano. Él mismo se ubica como una especie de materialista dialéctico, en el sentido que las escuelas posmarxistas dan a este término y aplican a su propia tendencia. Sin embargo, algunos de sus representantes han tratado de demostrar que la evaluación que hace Bachelard de su propia epistemología es totalmente equivocada, y que en realidad este filósofo debe ser considerado un "idealista". (El lector debe recordar que esta palabra es usada por los materialistas dialécticos de una manera demasiado amplia y peculiar, por lo que poco significa aplicar el mote a un autor determinado.) Lo que sí es posible reconocer en la epistemología bachelardiana es la influencia, en ciertos aspectos, de la filosofía pragmatista norteamericana y del contacto circunstancial de su autor con los epistemólogos empiristas del Círculo de Viena.

Por otra parte, Bachelard adopta una posición epistemológica naturalista. Sin embargo, la palabra "naturalismo" merece una aclaración, puesto que padece de polisemia. En el Capítulo 16, a propósito del punto de vista de Nagel sobre el funcionalismo, la empleábamos para designar la tesis según la cual el método utilizado en las

:ncias físicas y naturales es extensible sin más a otras, tales como las ciencias so-ıles. Aquí, sin embargo, tiene una significación muy diferente. El naturalista afirma .e no se deben adoptar presupuestos filosóficos, epistemológicos o metodológicos *priori* para analizar qué ha sucedido en la historia de la ciencia y prefiere delegar los propios hechos históricos, en el marco de las circunstancias personales, cultu-es y sociales en que han ocurrido, la tarea de enseñarnos a configurar cuál es el ětodo científico y, por tanto, los hábitos que los científicos deben adoptar para la nsecución de sus logros. Indudablemente, el historiador de la ciencia no puede de-de señalar que en determinados momentos surgieron ciertas teorías y que éstas perimentaron tales o cuales vicisitudes, pero el naturalista no las presupondrá pa-su descripción del conocimiento humano y de sus características. En este sentido, historia de la ciencia se constituye como una manera objetiva de analizar los su-sos históricos sin prejuicios (por ejemplo, de carácter lógico) que nos obliguen a scribirlos de determinado modo y no de otro.

Una interesante idea de Bachelard, no carente de utilidad, es su noción de "obs-ulo epistemológico", vinculada estrechamente a la de "ruptura epistemológica". ensa Bachelard que en ciertos momentos de la historia de la ciencia se advierte e los partidarios de una teoría van, poco a poco, volviéndose sensibles a ciertas di-ıltades por las que ella atraviesa, descripción que presenta alguna semejanza con etapas 5, 6 y 7 de la concepción kuhniana del desarrollo de la ciencia. De pron-un tanto inconscientemente, quienes sostienen una teoría comienzan a advertir re-iones que no corresponden al campo teórico en el que están acostumbrados tradi-nalmente a trabajar, y esto los motiva, en su pensamiento, a iniciar la creación de ıceptos cuya mutua adaptación y cuya estructuración los llevará finalmente a cons-ir una teoría drásticamente diferente de aquella de la cual han partido. Este pro-o de distanciamiento de la teoría inicial y de configuración de una nueva teoría en nente del investigador tiene gradaciones, pues se produce por la paulatina acumu-ón de nuevas nociones y de nuevas estructuras. Llega un momento, piensa Ba-:lard, en que la nueva teoría es considerada como ontológicamente constituida, y ɔ entonces se la admitirá como un "recién nacido" rival, poderoso, de aquella que lio origen. Entonces, ya en forma decidida y ahora sí conscientemente, el cientí-ı comienza a usar la nueva teoría a la vez que abandona la anterior: se ha produ-ɔ una ruptura epistemológica.

Sin embargo, el progreso del conocimiento se ve en un principio impedido por :xistencia de los obstáculos epistemológicos, denominación que Bachelard reser-para todo hecho, prejuicio o manera de operar que actúa para evitar la ruptura ıtemológica. La descripción bachelardiana de los obstáculos epistemológicos es y interesante como problema del contexto de descubrimiento y aquí es donde de hacerse una lista larga y forzosamente incompleta de tales obstáculos: prejui-ı, ideologías, intereses de clases, metodologías estrechas, instrumentos inadecua-, problemas de carácter académico entre escuelas, factores de poder, etcétera. procedimientos inductivistas o los métodos modelísticos actuarían, en determi-as ocasiones y para cierto tipo de episodios de la historia de la ciencia, como táculos epistemológicos.

En verdad, aunque estamos presentando estas ideas haciendo uso de la palabra "teoría", Bachelard parece pensar, como lo hará luego francamente Althusser, en términos de "disciplinas científicas". Ello es así porque el proceso descrito anteriormente parece ser adecuado también para comprender por qué, a partir de una teoría o problemática planteada por una determinada ciencia, se constituyen nuevas maneras de estudiar la naturaleza o la sociedad, lo cual puede llevar a la creación de una disciplina diferente. En cierto sentido, se podría ilustrar este punto analizando cómo el neurólogo Freud (que lo fue, decididamente, hasta 1890), advierte paulatinamente las dificultades de la neurología tradicional para entender los problemas ligados a la psiquiatría y cómo, poco a poco, compagina una serie de nociones vinculadas con la psicología hasta que, finalmente y después de muchos años, aparece, como se advierte en *La interpretación de los sueños*, un mundo teórico que poco tiene que ver con la ciencia neurológica tradicional de la que había partido. Se ha consumado entonces, finalizado el proceso, una ruptura epistemológica: ha surgido el psicoanálisis.

Althusser

En capítulos anteriores hemos mencionado incidentalmente algunas ideas epistemológicas del filósofo contemporáneo Louis Althusser y aquí, a riesgo de ser reiterativos, nos limitaremos a comentarlas. En cierto modo, Althusser recoge ideas de Bachelard, pero trabaja con su particular noción de teoría, asimilable para él a la de disciplina científica. No discrimina, como ya hemos señalado, entre una disciplina, entendida como un campo de investigación con su objeto de estudio, de las teorías que se formulan para resolver los problemas que se plantean en dicho campo. Quizá como consecuencia de su eventual y episódica formación como seminarista, Althusser conserva ciertos conceptos aristotélicos y acepta que a toda disciplina corresponde una teoría, aquella que constituye, por su objeto de investigación, el tipo de presupuestos que permiten definir los conceptos indicadores del objeto disciplinar. Cambiar una teoría sería equivalente a cambiar el objeto de estudio de la disciplina y, por consiguiente, ello implicaría no un cambio de hipótesis sino un cambio constitutivo de conocimiento. En la posición althusseriana, el "salto" de la teoría newtoniana a la teoría de la relatividad supondría, en realidad, un verdadero cambio de disciplina, porque ambas teorías constituyen distintos objetos de estudio y en ellas se habla de cosas diferentes. Por consiguiente, Althusser no afirmaría que la experiencia o la práctica obligan a cambiar de teoría, sino que una teoría y una disciplina pueden ser más adecuadas que otras para otorgar eficacia o conocimiento, lo cual hace preferible el "salto". En Althusser, la historia de la ciencia no es una historia de revoluciones científicas dentro de una misma disciplina, pues lo revolucionario en ciencia se vincula con la constitución de una nueva disciplina desgajada de otra anterior. Una vez establecida aquélla, la actividad científica en el nuevo contexto recuerda lo que Kuhn llama la "articulación del paradigma".

Es interesante, en este punto, comprender por qué Kuhn es mucho más revolucionario que Althusser en materia de filosofía de la ciencia. Para Kuhn, dentro de una disciplina hay una serie indefinida de revoluciones: la constitutiva, que corres-

ponde a la aparición de la etapa 4, y las que se suceden unas a otras en un rosario interminable a lo largo de la historia. Pero en Althusser, una vez constituida una disciplina, ya no podría haber en ella ulteriores revoluciones. Si aparecen anomalías, se puede ajustar la teoría (en el sentido en que Althusser emplea esta palabra), pero la primera revolución científica, la constitutiva de la nueva disciplina, es concebida en términos bachelardianos. Sería un proceso por el cual ciertas ideas se van desgajando de la teoría que constituye el núcleo de la disciplina, hasta que finalmente se produce la ruptura epistemológica. Pero Althusser añade a todo ello una noción pecu-:iar: la de "corte", el momento preciso en que se rompe la última ligadura fuerte que :onectaba las nuevas ideas con las anteriores y a partir del cual ya es posible hablar le una nueva disciplina independiente. Por consiguiente, en esta visión de la historia de a ciencia, es necesario señalar en cada momento del desarrollo de una disciplina, su ›stado, sus dificultades, sus procesos de ruptura, de corte y de constitución de una ıueva disciplina, luego de lo cual se iniciaría el proceso de ajuste por la práctica y la ıplicación de la teoría.

Puesto que hemos mencionado la noción bicéfala de disciplina-teoría de Althus-·er, hagamos notar que en su epistemología subyace una peculiar teoría semántica, eñalada someramente en el Capítulo 3. Como allí afirmábamos, el lenguaje ordinaio no es para Althusser adecuado desde el punto de vista científico, pues presenta ›roblemas de vaguedad, homonimia y polisemia. Sin embargo, su defecto principal adicaría en un aspecto ideológico: muchísimas palabras (y los usos a los que se las estina) estarían contaminadas por prejuicios, concepciones e intereses de clase y, or consiguiente, su empleo proporcionaría una descripción sesgada por la pertenenia a un determinado punto de vista que no constituiría, por cierto, algo semejante a na verdad objetiva. Ello nos permitiría hablar del "estado ideológico" de una invesgación, en el que intervendrían decisivamente categorías o perspectivas que podrían ıfluir negativamente en materia metodológica. De allí que, como señalamos anteriorıente, los seguidores de Althusser hablan lisa y llanamente, en asuntos lingüísticos, el "sentido (o estado) ideológico de un término", que éste presentaría en el lengua-· ordinario, anterior al lenguaje técnico que le puede imprimir al término una deterıinada teoría. Para recordar un ejemplo ya mencionado, la palabra "trabajo" tal coıo se la emplea en la vida cotidiana, vinculada vagamente a la idea de cansancio, ta-ɪa, etc., se hallaría en estado ideológico, pero cuando un físico la adopta y define riıırosamente, pierde su carga ideológica y obtiene *status* científico.

Ya dijimos que esta formulación, que en nuestra clasificación del vocabulario entífico supone discriminar entre vocabulario presupuesto y vocabulario específico : una teoría, es sólo parcialmente aceptable. Creemos que, con respecto a cierto vo-.bulario científico y, en particular, al de los términos teóricos, parte de lo que afira Althusser es admisible. Con gran frecuencia, los términos teóricos de una deterinada disciplina o teoría (y aquí "teórico" puede ser entendido tanto "a la anglosaıa" como "a la francesa") adquieren su sentido por la teoría misma que los introıce, y también es verdad que términos como "azul", "frío" o "terso", que provienen ·l lenguaje ordinario, se hallan en el estado que Althusser llama "ideológico". Pero te epistemólogo, quizás influido por el estructuralismo francés (aunque él no esté ›puesto a reconocer tal influencia) parece sostener, lisa y llanamente, que una teo-

ría sólo adquiere *status* científico puro, sin intrusiones ideológicas, cuando todos sus términos están definidos por la propia teoría que los introduce o emplea. A nuestro entender, ello es imposible. El vocabulario empírico, como ya hemos sostenido muchas veces, forma la estratificación en "capas de cebolla" de la base empírica epistemológica y las bases empíricas metodológicas, y éstas no pueden adquirir su sentido dentro de la propia teoría que las introduce. Para que una teoría sea útil, debe incluir términos que se refieran a la experiencia y a la práctica, y éstos no siempre provienen de la teoría que hace uso de ellos.

Una segunda objeción a la posición althusseriana se pone en evidencia cuando consideramos el vocabulario lógico de una teoría. Si lo que Althusser afirma fuese cierto, los términos lógicos adquirirían su sentido a través de cada teoría que los emplee, y ello no es aceptado por los lógicos, la mayoría de los cuales adhieren a la tradición aristotélica según la cual la lógica es anterior a toda teoría científica. Un silogismo será una forma correcta de razonar independientemente de la disciplina o teoría que lo utilice, ya hablemos de física, de biología, de sociología o incluso, para ser un tanto drásticos, de la situación actual del fútbol argentino. Los continuadores de Althusser no tienen ningún empacho en afirmar que ello no tiene por qué ser así: los principios y reglas lógicas podrían resultar en realidad, *a posteriori*, de lo que cada disciplina o teoría dice acerca del sector del mundo que investiga. Por tanto, habría particulares y distintas lógicas para la biología, la psicología o la política. De ser así, a las objeciones que pudiésemos formular a tales o cuales creencias políticas, se nos podrá replicar: "La lógica que usted emplea proviene de la física y de la matemática, pero no es válida para el tema que estamos discutiendo, pues en asuntos políticos rige *mi* lógica, vinculada a un sistema de pensamiento que la constituye de forma diferente". El autor de este libro, huelga decirlo, no comparte este punto de vista.

Hay que reconocer, sin embargo, que en la actualidad la discusión anterior no está enteramente concluida. La aparición de antinomias lógicas en la fundamentación de las ciencias formales y ciertas cuestiones que atañen a la mecánica cuántica han mostrado que, tal vez, para cierto tipo de estudio, pueda ser conveniente no aceptar todos los principios lógicos tradicionales y proceder de otra manera. En matemática, la llamada "escuela intuicionista" proponía, para solucionar los problemas de la fundamentación de la matemática, el abandono del principio lógico de tercero excluido, en tanto que, en la llamada "lógica cuántica", se descartan leyes lógicas como la propiedad distributiva del "y" respecto del "o". Más grave es aún la propuesta del filósofo Newton da Costa, quien, siguiendo una tradición que se origina en Hegel, propone, lisa y llanamente, el abandono del principio de no contradicción. Creemos sin embargo que no se debe descartar en ninguna disciplina el uso de la lógica tradicional (la que se extiende desde Aristóteles hasta Bertrand Russell) y que acepta los principios clásicos de identidad, no contradicción y tercero excluido, junto con la estrategia que ofrece la teoría de la deducción. Hasta ahora, los intentos de abandonar tal lógica parecen ser episodios excepcionales y un tanto "experimentales", y hay buenas razones para creer que ella es anterior y aplicable a toda ciencia. El lector debe advertir que la cuestión en debate no es vana, pues, como lo muestra el ejemplo del párrafo anterior, tiene incluso implicaciones políticas. Una pluralidad de lógicas llevaría a que las discusiones entre adherentes a distintos sistemas de creencias,

cada uno provisto de su propia lógica, fuesen absolutamente estériles; la tesis de la inconmensurabilidad de Feyerabend se vería reforzada y toda tentativa de persuasión por medio de métodos lógicos estaría condenada al fracaso.

Althusser admite que, en los pasos constitutivos de una disciplina, los términos conservarán su contenido ideológico, pero exige que, durante el proceso de ajuste de la teoría (etapa que Kuhn llamaría "articulación del paradigma"), ésta debe dotar a :odos sus términos de una semántica no contaminada por factores ideológicos. En es-:e sentido, se comporta como *cientificista*, una palabra que los althusserianos han utilizado con frecuencia para caracterizar a los partidarios de método hipotético deduc-:ivo. Y ello es así porque, como ya indicamos en el Capítulo 3, parece aceptar, finalmente, que sería posible elaborar una manera de pensar y de constituir el conocimiento en la que las palabras serían nítidas, carentes de toda carga ideológica. De levarse a cabo esta utópica empresa, la comunicación y el lenguaje científicos, ya lesvinculados por completo del lenguaje ordinario, adquirirían un carácter totalmente preciso, sin vaguedades, ambigüedades ni valoraciones implícitas.

Piaget

Io sería justo omitir en esta breve enumeración final de epistemologías alternativas l caso de Jean Piaget, quien, habiendo sido en realidad el inspirador y dirigente rincipal de la escuela de psicología evolutiva de Ginebra durante muchísimos años, asta su muerte en 1980, no cesó nunca de verse a sí mismo más como epistemólogo que como psicólogo. Verdad es que para él la palabra "epistemología" tiene un gnificado más amplio que el que hemos utilizado en este libro. En cierto modo, tal omo la emplean muchos filósofos ingleses y continentales, ese vocablo se corresondería con lo que entre nosotros es costumbre denominar "teoría del conocimien-". Lo que preocupa a Piaget es cómo se origina y estructura el conocimiento en la cepción más general del término, que comprende como caso particular, claro está, conocimiento científico. La ubicación exacta de Piaget es un tanto dificultosa, porue sus primeros trabajos en dirección a lo que sería finalmente la psicología evolu-/a fueron de carácter biológico. En sus estudios sobre ciertos moluscos advirtió alınas de las características que iban a ser claves, a la postre, en los aspectos estrucralistas de su pensamiento acerca de la evolución de los seres biológicos y también las estructuras psicológicas y epistemológicas del ser humano. El hecho es que les investigaciones, cuyo espíritu, en cuanto a creencias acerca de la evolución de s individuos y de las estructuras, no lo abandonó nunca, lo fueron llevando paulaıamente hacia problemas de psicología que consideraba conectados con el de la olución de los organismos vivos, pues también pensaba que los fenómenos psicoicos se hallan, de alguna manera, vinculados al funcionamiento del aparato neulógico y del cerebro.

Fue entonces cuando construyó su notable sistema evolutivo genético de la psilogía y, especialmente, de la psicología del niño. Pero los conceptos que allí acuñó motivaron, a su vez, a preguntarse cómo se genera y evoluciona el conocimiento la especie humana. Finalmente, Piaget elaboró una concepción unificada del desarrollo de las estructuras, válida tanto en biología y en psicología como en epistemología, entendida esta última como actividad del género humano. Así fue como dedicó una enorme cantidad de volúmenes al estudio de cómo se generan en el individuo conceptos de la matemática y de la física, y otros de carácter biológico, psicológico y sociológico. Por todo ello, se lo puede concebir como un epistemólogo muy ligado a los problemas del contexto de descubrimiento.

El sistema epistemológico piagetiano, la epistemología genética, es enormemente multifacético y no podemos en este libro presentarlo en detalle, por lo cual nos limitaremos a destacar algunos de sus aspectos más relevantes. En primer lugar, es preciso ubicar a Piaget entre los epistemólogos naturalistas, quienes, como ya señalamos en el caso de Bachelard, se proponen el estudio del fenómeno del conocimiento sin prejuicios, en particular de naturaleza lógica. Para Piaget, importa el ser humano realizando ciertas actividades y manifestando ciertos comportamientos, y es en ese ámbito donde acontece el fenómeno de producción del conocimiento. Allí Piaget creyó encontrar etapas cronológicas en la formación del conocimiento en el niño, etapas que, en cierto modo, intentó extrapolar al proceso de adquisición de conocimientos por la comunidad humana y también por los investigadores científicos cuando desarrollan su actividad.

Queremos rescatar una de las tantas ideas de Piaget al respecto, lo que él denomina la "teoría del equilibrio". Si se nos permite una sobresimplificación de su punto de vista, él, con reminiscencias hegelianas, distingue en cualquier estructura dinámica en la que puede haber intercambios con el exterior tres posibles etapas: asimilación, acomodación y equilibrio. Éstas pueden acontecer psíquicamente y en forma indefinida en un ser humano, pero también en las comunidades y hasta en las estructuras sociales. Supongamos que estamos ante una determinada estructura E. Un determinado estímulo I puede afectar a E, estímulo que puede consistir en una intrusión energética o entidad que se incorpora a la estructura. En tanto que mera incorporación, se trata de una entidad que, aunque geométrica u operativamente se internaliza, no queda de por sí incorporada a la estructura original, pues ésta tendrá que realizar, dinámicamente, ciertas operaciones y procesos para que la intrusión quede asimilada. El proceso sería algo parecido, por ejemplo, al metabolismo de los azúcares en un organismo: el azúcar es ingerido y, en tanto no ocurra más que ello, será una presencia extraña allí y no beneficiosa por sí misma. Pero luego, a través de una serie de procesos químicos que el organismo se halla en condiciones de realizar, homeostáticamente, esta sustancia es metabolizada, produciéndose, a partir de ella, otras sustancias químicas, tales como grasas y alcoholes, que, a su vez, por medio de procesos ligados a la digestión, a las funciones del hígado, etcétera, terminan por formar parte de la estructura fisiológica normal del organismo. Sin embargo puede suceder, en algunas ocasiones, que este proceso de *asimilación* no pueda ser efectuado y esto es lo que ocurre, siguiendo con nuestro ejemplo, si se ingiere alimento contaminado. En este caso, forma parte de las posibilidades de supervivencia de la estructura que ésta realice cambios en su conformación, de modo que el nuevo estado estructural sí permita la asimilación que el anterior no lograba. Por ejemplo, cuando se ingieren carnes contaminadas con mercurio u otras sustancias tóxicas, el organismo se ve precisado a alterar sus formas de metabolismo normal y adecuarse a un

nuevo tipo de procesamiento, cosa que ocurre muy frecuentemente con los alcohólicos. Este tipo de proceso se denomina *acomodación* y, a diferencia de la asimilación, es característico de las etapas de cambio en los procesos evolutivos. ¿Y cuándo finalizaría esta etapa de acomodación? Cuando se alcance un nuevo estado de *equilibrio*, en el cual el organismo recobra las facultades de asimilación.

Todo esto le resulta obvio a Piaget en razón de los muchos estudios biológicos y fisiológicos que han sido realizados acerca de los procesos metabólicos en los seres vivos. Lo interesante es que haya intentado extender tales conceptos para comprender la incorporación del conocimiento en la psiquis de un individuo e, incluso, el desarrollo en él de una nueva habilidad o competencia, generalización que, aún más, abarcaría a los fenómenos comunitarios y culturales. Piaget supone que, en un momento determinado, se presenta en el ser humano una estructura psíquica o, en la comunidad humana, una estructura cultural, y que en ambos casos su comportamiento es similar al que hemos descrito para los fenómenos biológicos y fisiológicos. Un nuevo dato o un nuevo conocimiento se pueden "metabolizar" en la estructura existente, asimilándose a ella, pero en determinadas situaciones una novedad, hecho, hábito o concepto extraordinarios, según el caso, no admite tal metabolización, y ése será el momento en que la estructura psíquica o cultural tendrá que modificarse por un proceso de acomodación que finalizará cuando se restablezca el equilibrio.

Si el lector analiza la sucinta descripción anterior, advertirá en ella ciertas analogías con el pensamiento de Kuhn, lo cual fue reconocido explícitamente por el propio Piaget. Realmente, el período de asimilación semeja bastante al de ciencia normal. Durante esta etapa, cualquier nuevo hecho o conocimiento se "metaboliza" dentro del paradigma disponible; y sólo cuando las anomalías alcanzan tal estado de gravedad que no admiten la "metabolización" se produce el cambio o acomodación que impone la aparición de un nuevo paradigma, capaz de asimilar tales anomalías. Este proceso termina cuando se alcanza el nuevo estado de equilibrio, o sea, después de revolución científica, y se inicia un nuevo período de ciencia normal. Epistemológicamente, el pensamiento de Piaget a este respecto no es, realmente, cosa muy distinta, porque lo que se observa es: a) que mientras la estructura cultural sea capaz de asimilar los hechos, incorporándolos a su sistema de conceptuación y conjetura acerca del universo, lo hará de manera normal, en un estado de equilibrio; b) que la presencia de una disfunción de un instrumento o la aparición de un nuevo sistema de conceptos origina un cambio de visión y descripción del mundo; c) que el nuevo estado de equilibrio se alcanza en el momento histórico en que la nueva visión es unánimemente aceptada.

Es muy curioso que, a su manera, adopte Piaget una posición holística en cuanto a la realidad y sus objetos. Parece compartir la idea kuhniana de que no podemos acceder a los objetos reales y que sólo disponemos de los "objetos" a través del paradigma, pero añade algo que Kuhn, dada la visión darwinista de la epistemología que éste sustenta, no menciona. Piaget piensa que no solamente existen objetos "vistos" a través de un paradigma, cambiantes abruptamente por la sustitución de un paradigma por otro, sino además que, en distintos paradigmas, hay objetos diferentes que guardan entre sí cierta similitud y que pueden, finalmente, ser presentados en una secuencia que tiende a una suerte de "objeto límite". Dicho de otra manera, a medida que la ciencia se desarrolla y se formulan teorías que se suceden unas a otras por los procesos de asimilación, acomodación y equilibrio, los objetos de los que habla cada teoría se asemejan cada vez más y se aproximan a lo que configuraría el "objeto real", nunca alcanzable. No hay aquí, es necesario aclararlo, la intención epistemológica de afirmar que dicho "límite" se corresponde con un objeto entendido a la manera ontológica: el "objeto real" es la serie misma de los objetos sucesivos, cada vez más similares a través de las acomodaciones. Se trata de una idea semejante a la que presenta Bertrand Russell, desde un punto de vista constructivista, en *Nuestro conocimiento del mundo externo* y que él denomina el "objeto físico por definición", una sucesión de entidades semejantes que percibimos ordinariamente de manera instantánea a lo largo del tiempo. En el caso de Piaget, tendríamos una sucesión de objetos similares asimilados por teorías o paradigmas diferentes. El resultado es una noción constructivista de "realidad" que no otorga *status* ontológico independiente a los objetos reales. La "realidad" no sería otra cosa que un límite al que tienden las estructuras a medida que se suceden las distintas acomodaciones, manifestadas por la aparición de nuevas teorías científicas en distintos momentos de la evolución histórica. Indudablemente, esta concepción filosófica va más allá del naturalismo en el que Piaget pretende ubicarse.

Las particulares características del naturalismo de Piaget justificarían que también a él, al igual que a Althusser, se le pudiese endilgar el mote de *cientificista*, sin que ello presuponga, al menos para el autor de este libro, una intención crítica o valorativa. Piaget piensa que en materia epistemológica hay tres dimensiones: a) un sujeto que adquiere o construye conocimiento; b) objetos a ser conocidos; y c) estructuras que, en cierto modo, se hallan en los objetos o son aportadas por el sujeto cognoscente. De acuerdo con ello, Piaget no niega los aspectos propiamente lógicos de la epistemología, pero no acepta que estén determinados *a priori* y piensa que deben ser conocidos mediante la investigación científica. En su opinión, tales aspectos desempeñan un papel importante, pues ellos justifican que la construcción del conocimiento lleve a algo parecido a la "verdad" y al saber acerca de la realidad. Por otra parte, no niega (como tampoco lo hacen Kant y Kuhn) que haya objetos reales, pero insiste en que el conocimiento no es, de por sí, una suerte de estructura platónica independiente de los seres humanos que lo construyen sino una actividad en la cual los aspectos psicológicos ocupan un papel preponderante. La epistemología, afirma Piaget, ha sido concebida muchas veces como un mero capítulo de la filosofía, pero él se niega a admitir por completo el punto de vista tradicional según el cual el mero pensamiento acerca de un problema permite acceder a su solución y construir el conocimiento. Para comprender qué ocurre con los objetos, con la lógica y con el hombre en actividad psicológica de conocer, en el contexto de descubrimiento, tendremos que recurrir a la ciencia, como fenómeno histórico y social, pues ella nos dirá qué sucede en cada una de estas tres dimensiones. No admite que se pueda hablar de fenómenos físicos, del tiempo o del espacio, sin una previa información de todo lo que la física moderna ha sentado como conocimiento en ese ámbito y que él considera indispensable para la discusión epistemológica. Por ello critica acerbamente la ignorancia sistemática del nuevo y gigantesco universo de la lógica moderna, si-

tuación que se advierte en las cátedras de filosofía y que se acompaña a veces de una suerte de desprecio hacia aquella. A esto agrega, como un ingrediente más que avala nuestra caracterización de Piaget como cientificista, que, como la construcción del conocimiento implica actividades psicológicas, es necesario estar enterados de lo que la psicología contemporánea ha informado al respecto. Los filósofos y epistemólogos tradicionales tienen la mala costumbre, según Piaget, de creer que una mera reflexión apriorística acerca de lo que realiza el ser humano cuando construye el co-nocimiento basta para inferir cuál es el papel epistemológico del sujeto en la cons-rucción del saber. Por ello su obra a propósito de la inteligencia y acerca de cómo se adquieren nociones y conceptos científicos en el niño y, por extensión, en las dis-intas etapas que llevan a la adultez, consiste en una monumental serie de datos e in-ormaciones que, por cierto, enseñan que la conducta cognoscitiva del ser humano y u papel en el proceso de construcción del conocimiento están ligados a factores bio-ógicos y psicológicos muy distintos de los que la tradición presuponía. En tal senti-o, la tercera dimensión piagetiana en epistemología, la psicológica, implica también n conocimiento acerca del *status* científico de la psicología contemporánea.

En síntesis, el naturalismo de Piaget es, efectivamente, un naturalismo sin presu-uestos, pero este reconocimiento no significa que lo sea "con plena ignorancia". La storia ha hecho surgir instrumentos y datos ligados al éxito de la ciencia que no odemos desconocer. En todo su espectro, la historia de la ciencia ha puesto en evi-encia tácticas y estrategias de los científicos que antes no poseíamos, y por tanto eberemos atender a ellas para concebir la tarea del epistemólogo de una manera stinta de aquella que proviene del mero prejuicio filosófico o bien de la aplicación ecánica de una simple artillería lógica. Quizá por esto la obra de Piaget en el terre-específico de la psicología tiene gran importancia para la crítica de las diversas cuelas epistemológicas actuales, sobre todo cuando éstas no cumplen el exigido re-isito de información científica.

No queremos dejar de señalar, sin embargo, que a nuestro entender Piaget se de-levar a veces por cierto entusiasmo, originado en los hallazgos de la lógica y de la temática contemporáneas, que lo tientan a encontrar dudosas analogías estructura-as entre lo que ocurre en matemática y lo que realmente acontece con la conduc-epistemológica de los niños o de los investigadores científicos. La alegría de Piaget ndo manifiesta haber encontrado de manera independiente descubrimientos epis-ológicos que coinciden con los hallazgos de la matemática contemporánea, parece realidad reflejar una tentación inconsciente de incorporar éstos a su edificio de encias. Con estas afirmaciones no pretendemos, desde luego, desmerecer el valor a obra piagetiana. Se puede no coincidir con muchas de sus tesis, tanto en el ám-de la psicología como en el de la epistemología que resulta de ella, pero es ne-rio admitir que, indudablemente, ha construido un arma indispensable para la crí-y la discusión en los medios epistemológicos de la actualidad.

Epílogo

La ciencia en el banquillo de los acusados

En el panorama cultural y en el propio campo de la epistemología se advierten en la actualidad tesis adversas hacia la ciencia y sus aplicaciones, tanto desde el punto de vista político y sociológico como del filosófico, ámbito este último en el que se pretende a veces negar los valores que tradicionalmente se le han adjudicado a la ciencia en cuanto a su objetividad, su racionalidad o su pertinencia para la construcción del conocimiento. Buena prueba de ello es el pensamiento del segundo Feyerabend, que hemos tratado en el Capítulo 23. Dado que estas actitudes suelen ser difundidas por diversos medios masivos de comunicación, no podemos abandonar al lector sin analizarlas brevemente y exponer las razones por las cuales no las compartimos. Admitimos por tanto sin tapujos que, frente a la opinión escéptica de ciertos pensadores "innovadores" (y a la de otros que no merecen siquiera el primer apelativo), preferimos sostener la tesis "reaccionaria" de quienes piensan que en la historia de la ciencia se advierte una marcha zigzagueante pero progresiva hacia resultados cognoscitivos y prácticos cada vez más confiables, de importancia crucial para la comprensión de la realidad natural, humana y social, y a la vez para el diseño de estrategias destinadas a actuar sobre ellas en beneficio de nuestra especie.

Una serie de argumentos pretende "demitificar" el papel de la experiencia como controladora del conocimiento científico y pone por tanto en duda que tal instancia otorgue ***objetividad*** a la ciencia, es decir, la vuelva independiente de prejuicios y creencias subjetivas que puedan tener el investigador o su comunidad. En este libro hemos admitido el aspecto hipotético de las afirmaciones acerca de la experiencia, pero debemos señalar que, cuando se adoptan tales hipótesis y determinados discursos y conceptos basados en ellas, no todo lo que subsigue en materia metodológica es arbitrario y mera opinión. Admitimos en nuestra práctica y en nuestras acciones ciertos modos de discurso y de dividir el continuo de la realidad en objetos y acontecimientos. Es indudable que determinada manera de ver la realidad quedaría automáticamente eliminada aun por el mero hecho de que biológicamente no nos resultaría útil. Se diga lo que se quiera acerca de la naturaleza de nuestros conceptos, no es lo mismo conceptuar un león como un animal peligroso del cual conviene huir que decir que estamos viendo un continuo de formas pictóricas, una emoción expresada visualmente o alguna otra forma teórica o conceptual de captar la experiencia. De algún modo la realidad "hace presión" sobre nosotros a través de los hechos que nos permiten establecer relaciones con ella. Por consiguiente la experiencia no es arbitraria: nos permite adoptar una base empírica; luego se verá si ésta es adecuada o no.

Estamos convencidos de que han sido la experiencia, la observación y la práctica las que han eliminado, a lo largo de la historia, una gran cantidad de hipótesis y teorías inadecuadas, erróneas e incluso tontas, y que, de no ser por el control empírico, hubieran permanecido como prejuicios o meras creencias infundadas. Una vez adoptada razonablemente una base empírica, los hechos y sucesos que ella in-

lucra actúan de una manera *sui generis* para dar sustento a ciertas teorías en de- mento de otras. Para Leucipo y Demócrito la creencia en los atómos bien pudo ber sido una opinión sobre la realidad, pero actualmente, después de casi dos si- s de teoría atómica, desde Dalton, pasando por Niels Böhr, la aparición de la me- ica cuántica, la invención de instrumentos como las cámaras de niebla y otras nicas de detección de partículas elementales, ya no se puede afirmar que el ato- mo sea una simple visión subjetiva o un prejuicio filosófico. No creemos, por tan- que las objeciones al valor probatorio de la experiencia tengan entidad suficien- ara negar la objetividad de la ciencia.

Una problemática algo distinta de la anterior surge de preguntarse si la ciencia e objetividad o es meramente el resultado de la actividad subjetiva del sujeto noscente. No cabe duda de que el aparato lingüístico y de pensamiento del que onemos interviene decisivamente en la construcción del conocimiento a través de eptos y teorías. No somos partidarios de una concepción de la epistemología se- la cual el conocimiento científico es un mero reflejo o resultante del modo en los objetos reales actúan sobre nosotros. Adherimos a la idea de Piaget de que construcción del conocimiento intervienen tres dimensiones concurrentes: la ac- d del sujeto, los propios objetos y las estructuras reconocibles por el primero. uy probable, por tanto, que haya como consecuencia elementos ineliminables no provienen de los objetos. El conocimiento científico no es por tanto objetivo sentido ingenuo, sino que deriva de una conjunción de actividades que corres- n al sujeto con otras que la realidad impone. Pero esto no significa que cual- estructura o cualquier actividad del sujeto puedan adaptarse a la naturaleza de jetos o de la realidad en estudio; por el contrario, ciertos conceptos y teorías estran inadecuados y van a parar definitivamente al desván de los recuerdos. nsiguiente, la objetividad de la ciencia se pone de manifiesto en esta capaci- iminatoria del método científico y no en los ingenuos reflejos de la realidad en as concepciones. Las estructuras que finalmente adoptamos para la construc- el conocimiento no son antojadizas, y se comprende que en algún sentido son fas con las reales o al menos aproximadamente representativas de ellas. Tam- cierto que determinadas actividades del sujeto son inapropiadas, pues, por), teorizar es una actividad más fructífera para la construcción del conocimien- rezar, hacer exorcismos o practicar meditación trascendental. La objetividad encia, tal como se la entiende actualmente, radica en utilizar el método cien- on sus características estructurales y sus limitaciones. Ello es lo que impide iencia se transforme en mera opinión, en igualdad de condiciones con opinio- nadas de otro tipo de fuentes, y por tal razón no podemos acompañar el re- o de Feyerabend o el de ciertos pensadores como Rorty. Creemos, por el), que existen en el método científico algunos ingredientes que garantizan la ad de la ciencia.

que se lo haya esgrimido explícitamente como argumento en contra de la ob- científica, existe un punto de vista convencionalista a propósito de las teo- ncionado en el Capítulo 18) según el cual las afirmaciones científicas no tie- cidad informativa, ya que serían meras convenciones acerca de cómo "con- blar" de la experiencia. Las leyes científicas serían, de un modo un tanto oculto, definiciones para discurrir acerca del mundo y, de ser así, no tendría senti- do preguntarse por la verdad o la adecuación de un conocimiento. Creemos que de nuestra descripción del método científico se desprende que este punto de vista no puede ser adoptado de manera total. Popper no lo acepta y trata al convencionalis- mo como a una especie de bestia peligrosa que amenaza a quienes contemplan a la ciencia con un espíritu iluminista y ven en ella un modo de acceder a la realidad. Hay que reconocer, sin embargo, que cierto aspecto convencionalista existe en la ciencia. Hemos visto que es posible describir la realidad según teorías alternativas y puede ocurrir que, durante cierto tiempo, no se logre producir una situación de ex- periencia crucial que permita adoptar una teoría en lugar de otra. Más aún, pueden coexistir teorías que, si bien tienen igual capacidad explicativa y predictiva, no estén compuestas por los mismos principios. Ante esta situación, que suele llamarse "sub- determinación de teorías por la experiencia", el que se adopte una teoría y no otra introduce un elemento convencional. Pero en la mayoría de los casos en que se pre- sentan teorías rivales la experiencia y la práctica permiten eliminar una de ellas, lo cual nos obliga a escoger la teoría alternativa. Cuando esto ocurre, la permanecia de la teoría sobreviente en el campo científico no es asunto de convención, sino que re- sulta del modo en que la realidad y la experiencia han presionado sobre nuestras concepciones. Afirmar como argumento implícito en contra de la ciencia que ésta no ofrece conocimiento sino meros "modos de hablar" no se corresponde con su verda- dera naturaleza: el convencionalismo, entendido como posición epistemológica abso- luta y escéptica, parece insostenible.

Nuestra tesis acerca de que la ciencia no es mera opinión sino que se fundamen- ta en una metodología que le otorga objetividad nos permite afirmar, además, que el pensamiento científico posee *racionalidad*. El empleo metódico de estructuras lógi- cas, la actividad del científico sobre la base de ciertos procedimientos (no cualesquie- ra) y el respeto a la experiencia como piedra de toque para sostener ciertas afirma- ciones, separa el conocimiento científico, expresado por medio de teorías, de las creencias o visiones del mundo a las que pudiésemos adherir por razones estéticas, religiosas o ideológicas. De tal modo, la objetividad de la ciencia es, en cierto senti- do, una definición de su racionalidad, un valioso ingrediente quizá responsable de que, pese a las opiniones de Kuhn y Feyerabend, se pueda hablar todavía de que en la historia ha habido progreso del conocimiento.

Ya hemos dicho que la ciencia no renuncia a la utilización del lenguaje ordinario, de donde resulta la objeción de que, dada la ineliminable vaguedad e imprecisión de éste, no podría hablarse de "nitidez" en materia de teorías científicas; éstas tendrían, por consiguiente, una capacidad sólo aproximada como descripción del universo. Es posible que haya un grano de verdad en el argumento, pero en modo alguno se lo puede utilizar para negar las pretensiones cognoscitivas de la ciencia. Es inherente al método científico el decidir los límites y alcances de las hipótesis que se utilizan. Cuando se hipotetiza, generalmente se describe un fenómeno "macro", que va más allá de las imprecisiones de tamaño que pudiesen estar presentes en nuestro lengua- je; en otros casos, la teoría de errores ofrece una acotación confiable a lo que afir- man las leyes científicas. Por otra parte, cuando el lenguaje resulta demasido vago, es posible construir modelos aproximativos, rigurosos y nítidos, con el auxilio de la

ógica y de la matemática. En estos modelos la imprecisión no existe y se los utiliza-
·án solamente en tanto el número de explicaciones y predicciones obtenidos con
:llos sea lo suficientemente interesante como para conservarlos. Además, como ya lo
ıemos señalado a propósito del psicoanálisis, cuando la vaguedad y la polisemia aten-
en contra la eficacia de una teoría, ésta podrá ser reemplazada por otras cada vez
nás rigurosas, con términos teóricos cuyo poder semántico será más adecuado que
l del lenguaje ordinario.

Se sostiene a veces que en el discurso científico y en la construcción de teorías
ay presupuestos valorativos o ideológicos ocultos, como consecuencia de lo cual
uien los adopte queda inhibido para cierto tipo de comprensión de la realidad. De
er así, podríamos clasificar a las teorías científicas en "progresistas" y "reacciona-
as". Estas últimas serían aquellas que, en virtud de los conceptos que utilizan y de
s hipótesis que ofrecen, obligan a quienes las adoptan e implementan acciones con
las a seguir direcciones ideológicamente prefijadas, porque no son capaces, con ese
strumento, de concebir, comprender y captar aspectos de la "verdadera" realidad,
ıe tales teorías ocultan. Sería necesario, por tanto, en el examen del contexto de
escubrimiento, poner en evidencia los aspectos ideológicos y políticos que llevan a
ı investigador o a una comunidad a adoptar una teoría y no otra. De otro modo po-
ía ocurrir, por ejemplo, que en la investigación científica se empleasen teorías de
l o cual sesgo ideológico indeseable, destinadas a ocultar aspectos del funciona-
iento de nuestra sociedad en favor de los intereses de ciertos sectores, grupos o
ises. Discutiremos esta tesis desde dos puntos de vista.

En primer lugar, aunque hubiese conexiones entre aspectos valorativos e ideoló-
:os, por un lado, y la elección de teorías científicas, por otro, el método científico
ece criterios para analizar y criticar una teoría como aportadora de conocimiento
e son independientes de los factores ideológicos que la teoría pudiese contener.
riosamente, cuando se niega la afirmación anterior y se sostiene en cambio que de-
s de toda teoría hay una posición ideológica, suele ocurrir que la ideología que
critica no es la ideología del crítico. Esta tesis ha servido muchas veces para dar
ar a los episodios más lamentables de persecución y de inhibición del desarrollo
la ciencia, y que serían, hablando al modo de Bachelard, verdaderos obstáculos
stemológicos. A Galileo se lo condenó porque la hipótesis del movimiento de la
rra era "absurda y falsa filosóficamente, y errónea en la fe", lo cual presupone
existencia de criterios doctrinales por los cuales se puede reconocer que una teo-
científica no es meramente falsa o inadecuada, sino que contradice "verdades ab-
ıtas", filosóficas y teológicas, que deben ser defendidas a toda costa en beneficio
la humanidad y en detrimento de la innovación. Según los antidarwinistas, la teo-
de Darwin sería éticamente perjudicial porque nos llevaría a una concepción "ani-
" de la naturaleza humana, que niega u oculta sus aspectos divinos y espirituales.
os ejemplos históricos podrían multiplicarse. Sócrates fue condenado a muerte
s sus opiniones filosóficas habrían corrompido a la juventud griega y difundido el
smo. El propio Aristóteles, uno de los fundadores del espíritu científico y él mis-
investigador relevante, contribuyó a deformar y ocultar las teorías atomistas de
época, pues una admisión de un universo formado por átomos y vacío sería in-
patible con los aspectos éticos y espirituales del ser humano. Curiosamente, él

mismo debió huir de Atenas un año antes de su muerte ante el temor (así lo afirma) de sufrir el mismo destino de Sócrates. La astrónoma Hipatia, seguidora de la filosofía "pagana" griega, fue asesinada en el siglo V por los seguidores del arzobispo San Cirilo de Alejandría en nombre del cristianismo. ¿Y qué decir de la actualidad? En la ex Unión Soviética, la persecución al biólogo Vavilov (que murió en un campo de concentración) por sostener la genética "occidental" en detrimento de la de Lysenko se fundamentó en una tesis ideológica: aquélla impediría el desarrollo del conocimiento de acuerdo con los cánones del pensamiento materialista dialéctico oficial. Por razones similares se trató de impedir allí el desarrollo de la lógica moderna, de la mecánica cuántica y de la informática, lo cual, dicho sea de paso, retrasó en un principio el desarrollo soviético en esta última disciplina entre 10 y 15 años, lapso nada desdeñable en materia de investigación científica. De la trágica distinción entre "ciencia aria" y "ciencia judía" del período nazi en Alemania (propuesta nada menos que por dos premios Nobel) fue víctima el propio Einstein, acusado de dar a la física un sesgo demasiado teórico y alejado de los intereses técnicos inmediatos del Tercer Reich. (Ante el argumento de que tal distinción no era atinente y violentaba la necesaria objetividad de la ciencia, los físicos nazis respondieron que no pretendían ser objetivos sino alemanes.) Finalmente, podemos recurrir a un caso vernáculo: en la época de la última dictadura militar argentina (1976-1983) se intentó prohibir la enseñanza de la llamada "matemática moderna" por una serie de razones, una de las cuales era que el método axiomático ofrece la posibilidad de construir distintos sistemas matemáticos y ello generaría escepticismo entre los alumnos, pues perderían la confianza en la noción de conocimiento que Aristóteles había introducido en su metodología: los axiomas constituyen un conocimiento absoluto, indubitable y eterno. No está demás recordar que este episodio motivó el alejamiento de las cátedras de muchos profesores, quienes incluso, en algunos casos, fueron perseguidos y convertidos en desaparecidos, entre otras razones, por sostener la necesidad de enseñar conjuntos y vectores. La moraleja es inmediata: quien asuma la tesis del contenido valorativo de las teorías y su clasificación en términos políticos, ideológicos, filosóficos o religiosos, corre el riesgo de promover, quizás inadvertidamente, la reiteración de algunas de estas infames experiencias.

La objeción anterior contra la ciencia puede ser analizada en otros términos, más epistemológicos y menos coyunturales, a partir de la siguiente pregunta: ¿hay o no, desde el punto de vista lógico-semántico, aspectos valorativos en las teorías científicas? No queremos entrar en la complicada discusión de si existen o no nexos lógicos de carácter deductivo o inferencial entre tesis fácticas y tesis éticas. No consideramos imposible que los haya y, aún más, creemos que esto de hecho ocurre. Pero las teorías científicas pueden ser estimadas desde dos puntos de vista un tanto independientes: a) el de sus conexiones con aspectos éticos y valorativos, y b) el de su valor epistemológico como constituyentes de conocimiento. En este libro hemos tratado de mostrar que, pese a las controversias que despierta, el método hipotético deductivo tiene capacidad de eliminación de las teorías equivocadas frente a otras, que podrán ser llamadas "más objetivas". Como ya hemos señalado, las teorías no son meras opiniones, pues existen instrumentos lógicos y empíricos, independientes de la esfera valorativa, que las ponen a prueba, que estiman sus méritos y defectos. Si

sto es así, el problema de decidir si una teoría resulta una forma aceptable de co- ocimiento es una cuestión que puede ser resuelta antes de analizar sus aspectos va- rativos. Una vez establecido el valor epistemológico de una teoría, podríamos pro- eder a poner en evidencia las implicancias políticas y éticas de la misma, lo cual, obablemente, obligará a abandonar prejuicios, valoraciones o creencias erróneas stenidas hasta ese momento histórico por la sociedad. Esto ha ocurrido muchas eces. Una gran cantidad de valoraciones sociales tradicionales han resultado ser me- os prejuicios a la luz de los resultados de la investigación médica y psicológica iénsese, como único ejemplo, en la tesis de la inmoralidad intrínseca de los homo- exuales, tesis cuyo abandono ha tenido fuertes implicancias desde el punto de vista ico y jurídico). A nuestro entender, el argumento que estamos analizando tiene por ojeto instalar a la ciencia en un nivel subsidiario con relación a la política, pero eemos que debería acontecer exactamente lo contrario. Puede repetirse aquí, *mu- tis mutandis*, aquello que afirmaba Piaget: así como no se puede hacer epistemolo- a o filosofía sin un tránsito previo por la ciencia, tampoco es posible emitir juicios eológicos o políticos sin atravesar previamente las horcas caudinas del método entífico. Es verdad, además, que podríamos agregar en favor de nuestro punto de sta un argumento de carácter lógico: si se afirma que todo discurso, sin excepción, relativo a componentes valorativos, ¿no estará también valorativamente sesgado el scurso de quien ello sostiene? Se presentaría aquí lo que los lógicos llaman la "pa- doja del escéptico": la tesis de nuestro contendor sería en realidad una autocontra- cción. Pero el análisis de este punto nos llevaría a una discusión muy intrincada de cual no queremos hacer víctima al lector.

Una frecuente objeción, esta vez de carácter cultural y social, sostiene que la encia ha perjudicado nuestro modo de vida y que pone en peligro a la especie hu- ana. En este caso se mencionan, como es habitual, desde el armamentismo y la ntaminación ambiental hasta la pérdida de visiones alternativas del mundo. Pero el tor desafía a quienes sustentan esta tesis a que examinen la historia de la ciencia de la tecnología con el propósito de detectar los innumerables y positivos instru- entos benéficos que ellas han ofrecido a la humanidad, en el terreno de la medici- , de las comunicaciones, de la producción de alimentos o de la socialización de la ltura a través de técnicas que permiten registrar palabras, música y elementos pic- icos. Bastaría sin embargo mencionar un solo caso aislado a modo de ejemplo: la ra de Pasteur impidió la destrucción de la economía nacional de Francia porque lvó la industria del vino, de la cerveza, de la seda, del ganado caprino y de las es, lo que no es poco decir. Sucede que es necesario discriminar entre el conoci- ento científico y la utilización que se pueda hacer de él con fines mezquinos, de- adantes o aun siniestros, responsabilidad que cabe a los actores del sector políti- . (En cuyas decisiones, lo aclaramos, es necesario que influya la sociedad toda.) La ncia y la tecnología modernas no pueden ser concebidas como cuerpos extraños ndeseables que se han instalado malévolamente en nuestra sociedad y, por tanto, npoco pueden ser señaladas con un dedo acusador. Sin duda, sería conveniente e éste apuntase en otra dirección.

Como el lector habrá advertido, y al margen de que nuestras convicciones perso- nales sean o no acertadas, el espectro de opiniones críticas con respecto a la ciencia es muy amplio y merece un análisis detallado, interdisciplinario, que implica dispo- ner de sólidos conocimientos a propósito de cuestiones muy diversas: filosofía, lógi- ca, lingüística, ética, epistemología, metodología, etc., amén del de las diversas cien- cias particulares. Sin embargo, entre ciertos partidarios del posmodernismo o de quienes adhieren a las tesis de lo que vagamente ha sido llamada la *New Age*, con su propuesta de "ciencias alternativas", se advierte una actitud anticientífica cuyo ori- gen parece radicar, lisa y llanamente, en la ignorancia. La comprensión de las teorías matemáticas, físicas, químicas, biológicas, psicológicas o sociológicas, así como la de los métodos con los cuales han sido edificadas, requiere un arduo esfuerzo, y lo mis- mo corresponde afirmar de los marcos teóricos necesarios para situar las discusio- nes sobre ciencia y conocimiento, ciencia y ética, ciencia y sociedad. Más sencillo es recurrir a la negación fácil, no fundamentada con argumentos, que otorga, para cier- ta dimensión un tanto *snob* de la cultura contemporánea, una aureola de "vanguar- dia". En el fondo, estas actitudes parecen resultar de lo que un psicoanalista kleinia- no denominaría una posición de "envidia" y configuran un procedimiento tajante, si es que los hay, para sacarse de encima una competidora trabajosa y "legitimar" la pertinencia de visiones alternativas, distintas de la científica, en materia cognoscitiva y práctica. De tal modo cada partidario de esta o aquella "ciencia alternativa" podría reinar a la Feyerabend en el ámbito de su elección particular, con la mayor comodi- dad, en compañía de sus acólitos y sin necesidad de justificar sus creencias y proce- dimientos. Al cabo de la lectura de este libro, el lector comprenderá por qué este gé- nero de críticas basadas en la ignorancia no nos merecen mayores comentarios y por qué creemos, según afirmábamos en el prólogo, que debemos delegar en tal género de opositores a la ciencia la tarea de fundamentar sus convicciones.

Bibliografía seleccionada

El asterisco indica aquellos libros de mayor complejidad

Brown, H., *La nueva filosofía de la ciencia*, Madrid, Tecnos, 1983

Carnap, R., *Fundamentación lógica de la física*, Madrid, Hyspamérica, 1985

Chalmers, A. F., *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Madrid, Siglo XXI, 1988

* Feyerabend, P., *Contra el método*, Barcelona, Ariel, 1981

Hacking, I., *Revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985

Hempel, C., *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza, 1973

* Hempel, C., *La explicación científica*, Barcelona, Paidós, 1979

Kuhn, T. S., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971

* Lakatos, I. y Musgrave, A. (comp.), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975

Lakatos, I., *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Alianza, 1983

Laudan, L., *El progreso y sus problemas*, Madrid, Encuentro, 1986

* Nagel, E., *La estructura de la ciencia*, Buenos Aires, Paidós, 1968

* Newton-Smith, W. H., *La racionalidad de la ciencia*, Barcelona, Paidós, 1982

* Popper, K., *El desarrollo del conocimiento científico. Conjeturas y refutaciones*, Buenos Aires, Paidós, 1967

* Popper, K., *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1973

* Suppe, F., *La estructura de las teorías científicas*, Madrid, Editora Nacional, 1979

Índice temático

A-Z editora ha dado término a la impresión
de esta obra en los talleres gráficos Indugraf S.A.,
Sánchez de Loria 2251, Capital Federal, Buenos Aires,
República Argentina, en el mes de marzo de 1997.